PERIODICAL Oceanographical Soc. of Japan. Journal
LIBRARY
(3)
DEC 4 1959
14(3)
FISH & WILDLIFE SERVICE

日本海洋学會誌

JOURNAL OF THE OCEANOGRAPHICAL SOCIETY OF JAPAN

ND C — pp. 87-91

Volume 14, Number 3 OCTOBER 1958

CONTENTS

杉浦次郎：“駒橋”の観測による 1934-1936 年の北洋の海況……81～85

E. SCHWFIGGER：ペルー沿岸の湧昇流 (英文)…

山本廣志：本邦内湾の海洋化学的研究 (第 2 報) 浦戸湾に於ける海況の日週変化について……87～91

與水直文：日本海対馬暖流域の水塊の性状……93～97

西村三郎：日本列島対馬暖流域におけるハリセンボンの“寄り”現象について—III. “寄り”の生態学 …… 99～102

西村三郎：日本列島対馬暖流域におけるハリセンボンの“寄り”現象について—IV. “寄り”の機構に関する考察……109～116

寄稿……117～118
録事……118～120
会員名簿……121～126

J. SUGIURA: *Oceanographic Conditions in the Northwestern North Pacific based upon the data obtained on board the “Komahashi” from 1934 to 1936* (in Japanese) ……81～85

E. SCHWEIGGER: *Upwelling along the Coast of Peru.* ……87～91

H. YAMAMOTO: *Oceanographical Studies on Japan Inlets (2). Diurnal variation of hydrographical Condition in Urado Bay.* (in Japanese) ……93～97

N. KOSHIMIZU: *The properties of water-masses in the district of the Tsushima Current in the Japan Sea.* (in Japanese)…… 99～102

S. NISHIMURA: *Mass Stranding of Parcupine Puffer along the Coasts of the Tsushima Current Region of the Japan Archipelago—III. Some Ecological Notes on the Mass Stranding.* (in Japanese) ……103～107

S. NISHIMURA: *Mass Stranding of Porcupine Puffer along the coasts of the Tsushima Current Region of the Japan Archipelago—IV. A Hypothesis for the Mechanism of the Mass Stranding.* (in Japanese) ……109～116

Correspondences……117～118
Proceedings ……118～120
Membership Directory ……121～126

Published quarterly by the

Oceanographical Society of Japan

c/o Geophysical Institute, Tokyo University

Yayoi-cho, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan

日本海洋学会

会　長　日高孝次　東京大学

副会長　宇田道隆　東京水産大学
　　菅原健　名古屋大学

評議員（在京）：

編集委員：中野猿人*，新野弘，丸茂隆三，半沢正男，大久保明，宇野木早苗

会計委員：増沢譲太郎*，平野敏行

庶務委員：（文書連絡，事務局の監督）吉田耕造；（会合，議事）宮崎正衛*，福岡二郎；（企画）宇田道隆*，南日俊夫，宇野木早苗；（渉外——外国に対する）三宅泰雄*，竹内能忠；（国内の他学会との連絡）庄司大太郎；（海洋研究所設立準備委員会との連絡）松江吉行；（選挙事務，名簿）安井正；（学会図書）福岡二郎

監　査：須田皖次*，新野弘

評議員（地方）：井上直一，木村喜之助，楠宏，小泉政美，斎藤行正，下村敏正，菅原健，杉浦次郎，辻田時美，速水頌一郎，菱田耕造，福富孝治，藤井義之，松平康男，元田茂

*印は委員長

日本海洋学会誌投稿規定

1. 投稿資格　報文の投稿者は，原則として本会々員に限る．但し会員外の協同研究者を含むことは差支えない．

2. 報文の受理　編集委員会が報文を受理した日をもつて受理日と定める．尚受理報文は，原則としてすでに公の会で講演されたもので，未印刷のものに限る．特に日本海洋学会の年会又は月例会で講演されたものであることが望ましい．原稿には講演の年月日・会名・場所を附記されたい．

報文の原稿は，東京都杉並区馬橋 4ノ499 気象研究所海洋研究部内日本海洋学会誌編集委員会宛直送のこと．

3. 報文の用語　報文の用語は，和文（英文の要約を含む）又は欧文（原則として英語）の何れでもよい．

4. 原稿の書き方　報文は簡潔にわかり易く書き，図表を含めて**印刷頁で10頁以内**（和文では 400 字詰原稿用紙図表を含めて約45枚以内，欧文では通常のタイプライター用紙に，ダブル・スペース25行で，図表を含めて約25枚以内）を原則とし，それを超える時は，1 頁につき 1,500 円の実費を申受ける．**なお著者は必ず原稿の写しを保管しておくこと．**

原稿を書く時には，次のことがらに留意されたい．

（a）　和文原稿は，原稿用紙に読み易い字体で書き，欧文原稿は厚手の用紙にダブル・スペースでタイプすること．

（b）　報文の始めには，題名・著者名・所属機関名を明示すること．和文（英文）原稿では，之等の項目を英文（和文）でも附記すること．

（c）　和文原稿には，本文の始めに英文の要約を附すること．

（d）　図はそのまま版下になるように，黒インク又は墨で書くこと．図の大きさ(特に図の中の数字等)は印刷時の縮少を考慮して書くこと．

（e）　図及び表はなるべく少くしていただきたい．図 8 枚を超える場合及び特殊なものに対しては，実費を申受けることがある．

（f）　図及び表には必ず説明をつけ，和文原稿でも図表の説明は英文で書くこと．

（g）　数式は行を開けて，明瞭に書くこと．

（h）　引用文献は，報文の最後にまとめてつけ，和文の場合には通し番号をつけ番号順に，欧文の場合には，著者のアルファベット順に並べること．

（i）　人名（和文中の外国人名を含む）はスモール・キヤピタルを用いる．

（j）　論文の型式は第 12 巻以後の各号を参照して，之にしたがうこと．

5 編集　日本海洋学会誌の編集は，編集委員会で行う．編集委員会は，事情により原稿中の字句の加除訂正を行い，或いは著者に請求することがある．内容の如何によつては原稿を受理しないことがある．初校は原則として著者が行う．

6. 別刷　別刷は報文一編につき 50 部を無料で著者に進呈する．これ以上の部数に対しては，実費（送料を含む）を徴収する．

“駒橋”の観測による 1934—1936 年の北洋の海況*

杉　浦　次　郎**

Oceanographic Conditions in the Northwestern North Pacific based upon the data obtained on board the “Komahashi” from 1934 to 1936

Jiro SUGIURA

Abstract: 1. The volume transport (above 1500 m) of the Oyashio Current in the seas adjacent to the southern Kurile Islands amounts to about 15 million m^3/sec, and one-third of the transport is derived from the Okhotsk Sea, another one-third from the Bering Sea, and the last one-third belongs to the cyclonic eddy which is always located off the middle Kurile Islands.

2. The transport (above 1500 m) of the westward current south off the Aleutian Islands amounts to about 10 million m^3/sec.

3. Both currents above mentioned form the parts of a large cyclonic circulation in the northwestern North Pacific.

1. はしがき

この報告の目的は測量艦“駒橋”による旧海軍水路部の観測結果[1]を整理して 40°～60°N, 170°W 以西の北太平洋北西部の平均的な海況，特に流量の分布を明らかにすることである．戦後この海域については 1952 年以降水産庁の天鷹丸，北海道大学水産学部のおしよろ丸，東京水産大学の海鷹丸ならびに各水産会社の北洋出漁船団等により海洋調査が行われているが，千島列島およびカムチヤツカ半島の沿海については観測がない．“駒橋”の観測は千島列島およびカムチヤツカ半島の沿海についても資料があることと，観測層が 1500 m 以深に達する点が多いことで特に価値があるものと思われる．しかし一方観測期間が各年とも 5 月から 9 月までの長期間に亙つていることは取扱をやゝ困難にする．この報告では季節変化を考慮して資料を前期（5 月から 7 月中旬まで）と後期（7 月下旬から 9 月まで）に分け，両期について同様な分布図を作つて比較検討した．“駒橋”の観測は 1934, 1935, 1936 年の 3 年間に亙り，各年ともほゞ同じ海域について行われた．これら 3 年の海況は必ずしも同一ではない．宇田(1955)[2]によれば 1934, 1935 年には中冷水が南方にひろがり，1936年には中冷水が北方に退いていたが，こゝには一先ず各年の相異を無視してこの 3 年間の平均的な状況を述べる．なお 1935 年には“駒橋”の外に測量艦“厳島”の観測も行われたのでこの結果も併せて用い，また前期の分布図には同じく“駒橋”が 1937 年 5～6 月にオホーツク海および千島列島附近について行つた観測ならびに1934 年 3—4 月に本州東方海区について行つた観測資料をも併せて記入した．

2. 水温の分布

上記の観測資料から中層にみられる最低水温の分布図および深層にみられる最高水温の分布図を前期と後期に分けて作り（図は省略）これらを検討して次の結果を得た．

（1） 犬吠崎近海から 40°N, 150°E 付近を経て 45°N, 175°E 付近に至る線の南側には最低水温が（従つて最高水温も）みられない．またアリューシヤン列島南側近海の 172°～180°E の海区でも同様に最低水温がみられない．

（2） 最低水温 2°C の線は北海道近海から北東に走り，アツツ島とコマンドルスキー諸島の間を通つてベーリング海に入つている．

（3） 最低水温 1°C の線は北千島近海ではオホーツク海側にはり出し，南千島近海では太平洋側にはり出している．

すなわち北千島近海では太平洋からオホーツク海に暖い水が入り込み，南千島近海では逆に冷い

* 1958 年 5 月 6 日受理

** 函館海洋気象台, Hakodate Marine Observatory

水がオホーツク海から流出していることが分る.

(4) 最高水温はオホーツク海では 2.5°C 以下であるが, 太平洋側では千島列島のごく沿海を除いては 3.0°C 以上であり, 特に 45°N 以南および 50°N 以北の海区で 3.5°C 以上の範囲が広くなつている. これに対し 45°～50°N の海区ではやゝ低く最高水温 3.5°C 以下の範囲が千島列島近海から東方にのびて 180°E 以東に達している.

(5) 最高水温のみられる深さは太平洋側では 300 ないし 400 m が中心となり, オホーツク海では 1000 m 付近になつている.

3. 力学的高低図

Fig. 1 (A), (B) は 800 m 層基準のダイナミック・デプス D の分布図を示す. この図は前節に述べた水温の分布を参照しつゝ描いた. この図から次のことが分る.

(1) D=777.70 の線は犬吠埼近海から東北東にのび, 43°N, 175°E 付近を通つている. この線はほゞ黒潮続流および北太平洋海流[3]の北縁を示すものと思われる.

(2) D=777.60 の線は北海道東方沖から東北東に走り, 47°N, 180°E 付近を通つて更に東進した後, 170°W 以東海区で反転し, アリューシヤン列島の南側に沿つて西進し, 170°E 付近で北東に向きをかえてベーリング海に入り, 一旦北上した後カムチヤツカ東岸に沿つて南下し, ベーリング海から出て更に南西にすゝみ, 松輪海峡を通つて一旦オホーツク海に入つた後, 反転して得撫水道から再び太平洋に出て千島列島に沿つて南西に進み北海道東方沖の出発点に戻つている.

この環流のうち千島列島近海の部分は親潮に相当し, 45°N 線に沿つて東進

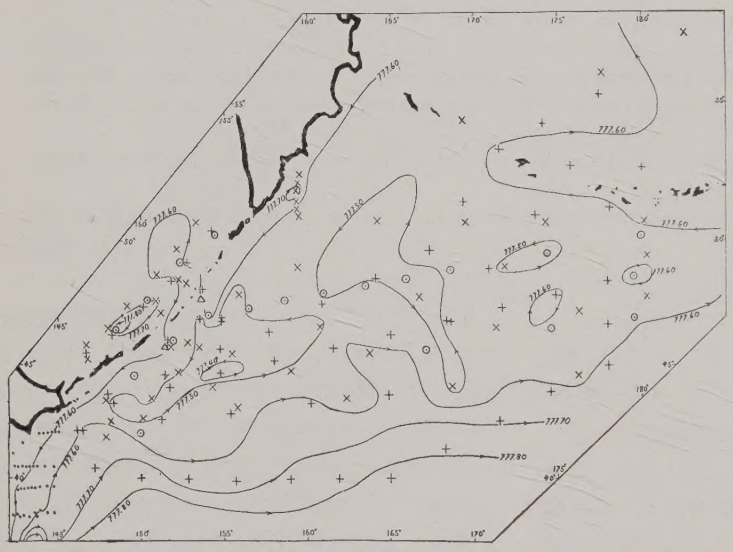


Fig. 1 (A) Surface geopotential topography referred to the 800 d.b. surface in the period from May to the middle of July.
⊙ 1934, × 1935, + 1936, △ 1937 ● 1934 (March to April)

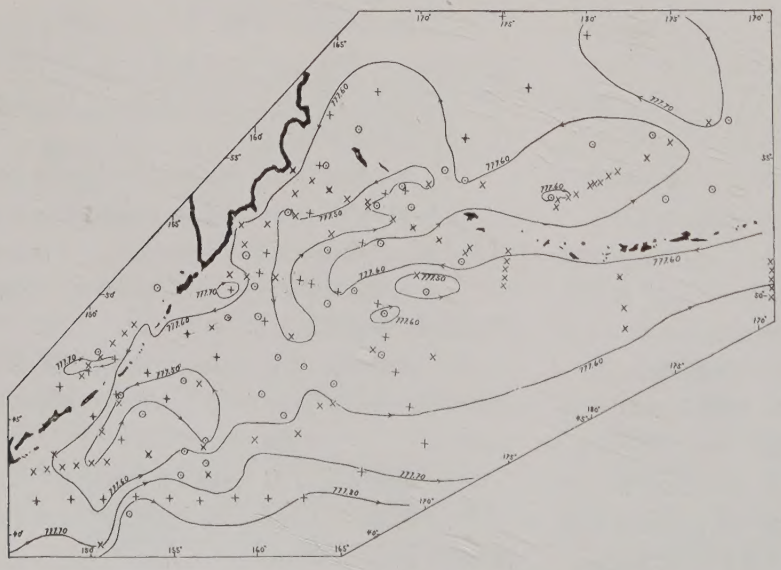


Fig. 1 (B) Surface geopotential topography referred to the 800 d.b. surface in the period from the latter part of July to September.
⊙ 1934, × 1935, + 1936

する部分はアリューシャン海流[3]に相当するものと考えられる．

（3） D=777.50 の線の一部は千島東方沖の 45°N, 155°E 付近を中心とする左旋環流をあらわしている．これは渡辺 (1953)[4] の述べた千島環流に相当するものと思われる．

また D=777.50 の線の他の一部はカムチャツカ半島南東沖の 51°N, 163°E 付近を中心とする左旋環流をあらわしている．

これら二つの左旋環流は共に中冷水の最低水温が 2°C 以下の範囲にあり，須田 (1934)[5]，宇田 (1935)[6] の述べた広義の親潮水系に属するものと思われる．これを細分した平野 (1957)[7]の水系との関係については 5 節で述べる．

4. 流量の分布

Fig. 2 (A), (B) は 1500 m 基準の Q 分布図[3]を示す．こゝに

$$Q=\int_0^{1500} \Delta D\,dz$$

ΔD は 1500 m 層基準のダイナツク・デプスのアノマリー，z は観測層の深さ (m) である．この図は Fig. 1 に示した 800 m 層基準の力学的高低図を参照して描いた．すなわち

（1） Q=950 m³/sec² の線はほゞ黒潮続流および北太平洋海流の北縁に相当する．

（2） Q=850 m³/sec² の線は一つの大きな左旋環流を示し，その一部はベーリング海およびオホーツク海に出入する．

（3） Q=750 m³/sec² の線は千島東方沖およびカムチャツカ半島南東沖の左旋環流をあらわす．

次にこの分布図の中になるべく短い期間内に測られた 2 点を選んでその 2 点を結ぶ断面を通る流量を求めれば次表のとおりである．

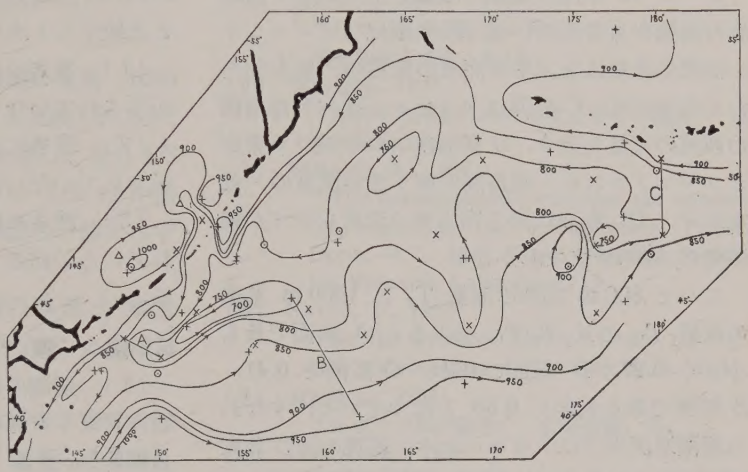


Fig. 2 (A) Q-chart referred to the 1500 d.b. surface in the period from May to the middle of July.
⊙ 1934, × 1935, + 1936, △ 1937
● 1934 (March to April)

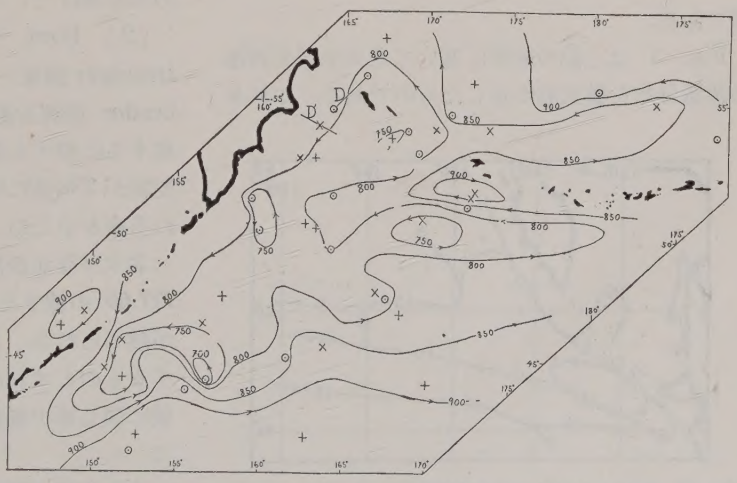


Fig. 2 (B) Q-chart referred to the 1500 d.b. surface in the period from the latter part of July to September.
⊙ 1934, × 1935, + 1936

Table 1. Computed transport in several sections

Section	Sea area	Period	Transport (10^6 m^3/sec)	
			referred to the 800 d.b. surface	referred to the 1500 d.b. surface
A	East off Hokkaido	June 3-15, 1935	4.2	15.4
B	Far east off Hokkaido	June 3-14, 1936	10.1	18.3
C	South off Aleutian Islands	July 5, 1935	4.6	11.0
D	East off Kamchatka Peninsula	August 25, 1934	1.2	3.5
E	,, ,,	September 4-5, 1935	4.3	—

こゝに A 断面は親潮の流量を示すが，千島環流の流量をも含んでいる．B 断面はアリューシヤン海流の流量に北太平洋海流の流量の一部を加えたものを示す．C 断面はアリューシヤン列島南側の西流の流量を示す．D 断面はカムチヤツカ東岸とコマンドルスキー諸島間の南下流の流量の一部を示す．D′ 断面は同じ南下流の流量を示すが観測層が 800 m までしかない．

こゝで 800 m 基準の流量 T_8 と 1500 m 基準の流量 T_{15} の比 T_8/T_{15} をみると A 断面で最も小さく 0.27，D 断面で 0.34，C 断面で 0.41，B 断面で最も大きく 0.56 となつている．すなわち親潮寒流中ではアリューシヤン海流および北太平洋海流中にくらべ，深層の流量が大きな割合を占めている．もし D′ 断面でも D 断面と同じ T_8/T_{15} の比をもつものとすれば D′ 断面における 1500 m 基準の流量は 15×10^6 m^3/sec 位ある筈である．

Fig. 3 は上記の結果に基いて北太平洋北西部の流量分布を模式的に示したものである．これを

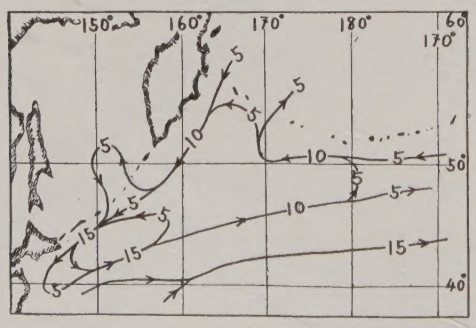


Fig. 3 Schematic transport chart of the northwestern North Pacific (above 1500 m). The inserted numbers indicate the transported volumes in millions of cubic meters per second.

SVERDRUP が示した 1500 m 基準の流量分布図[3]と比較すると次の点が異つている．

（1） 後者には親潮を含む左旋環流の流量の値が示されていないが前者にはその値が示された．

（2） 後者にはオホーツク海に出入する流量が示されていないが前者にはそれが示された．

（3） 後者には 156°E 線に沿う南下流が示されているが前者ではこの海区に北上流が示される．

5. 論 議

（1） 親潮の起源についてはオホーツク海およびベーリング海の双方をあげる人が多いが（宇田 (1955)[2]，斎藤 (1952)[8]，倉品 (1954)[9]），しかしベーリング海よりもオホーツク海の方を重く考えた人もある（渡辺 (1953)[4]，須田 (1934)[5]），一方 SVERDRUP[3] は親潮の起源としてベーリング海のみを挙げている．

（2） POST (1956)[10] は北大西洋において Irminger 海流——西グリーンランド海流——Labrador 海流を結ぶ一大環流を考え，この系を一周するに要する期間が約 3 年である事から湾流の変動が 3 年後に同じ形で Labrador 海流にあらわれる事を示した．

北太平洋北西部においても前記のように $D=777.60$ の線または $Q=850$ の線で示される環流が認められる．これが POST の示した環流に相当するものとすれば，黒潮にあらわれた変動が数年後に同じ形で親潮にあらわれることが期待される．

また宇田 (1955)[2]，渡辺 (1953)[4] は 1931，1934，1941，1953 年夏には北日本近海の親潮が低温であつたのに反してアリューシヤン列島近海

が高温であつたことに注目したが，もし黒潮の変動の周期が 3～4 年で，前記の環流を一周するに要する期間も 3～4 年であるとすればかような現象も説明できよう．

（3） 平野 (1957)[7] が北洋の水系について行つた調査と本調査とを対照すれば平野の名付けた西部北洋中央水 *C* は前記カムチヤツカ半島南東沖の左旋環流に相当し，*Md* 水系（オホーツク水と西部北洋中央水との混合水系）は前記中部千島沖の左旋環流に相当するものと思われる．

6. 要　約

（1） 南部千島近海における親潮の流量（1500 m 層基準）は約 15×10^6 m³/sec と見積られるが，その約 1/3 はオホーツク海から由来し，他の 1/3 はベーリング海から由来し，残りの 1/3 は中部千島沖に定常的に存在する左旋環流の一部をなすものと考えられる．

（2） アリューシヤン列島南側の西流の流量（1500 m 層基準）は約 10×10^6 m³/sec と見積られる．

（3） 前 2 項の海流は各々北太平洋北西部を占める一大左旋環流の一部をなしているものと考えられる．

文　献

（1） 海上保安庁，1950；1951：“北太平洋西部における海象観測成果 No. 3～4.” 水路要報増刊号第 6；第 8.

（2） UDA, M., 1955: “Researches on the Fluctuation of the North Pacific Circulation”. Rec. Oceanographic Works in Japan, **2**, (2).

（3） SVERDRUP, H. U. et al., 1942: “The Oceans”. New York.

（4） 渡辺信雄，1953：“昨年及び本年夏季の北洋と東北海区の海況について.” 第 3 回東北海区海洋調査技術連絡会議事録.

（5） 須田晥次，1934：“日本近海表面水温の異常分布について.” 産業気象調査報告，**4** (1).

（6） 宇田道隆，1935：“昭和 8 年盛夏における北太平洋の海況.” 水産試験場報告，6.

（7） HIRANO, T., 1957: “The oceanographic study on the subarctic region of the northwestern Pacific Ocean—I”. Bull. Tōkai Regional Fisheries Research Laboratory, 15.

（8） SAITO, Y., 1952: “On the Oyashio Current (Part I)”. J. Inst. Polytechnics, Osaka City Univ., **3** (1).

（9） 倉品昭二，1954：“オホツク海の海氷”. 水路要報，40.

(10) POST, L.A., 1956: “The rôle of the Gulf Stream in the prediction of iceberg distribution in the North Atlantic”. Tellus, **8** (1).

The Journal of the Oceanographical Society of Japan
Vol 14, No. 3 October 1958

Upwelling along the Coast of Peru*

Erwin SCHWEIGGER**

Abstract: A detailed description of the upwelling along the Peruvian and part of the Chilean coast is given. For this purpose the whole shoreline in consideration has been separated in various sections and the different phenomenons of upwelling in each one of them are shown.

It is known that the coolness of the Peru Coastal Current is due to upwelling of water from greater depths. The west-coast of South America has this peculiarity in common with the occidental coasts of all the continents, where trade-winds are pressing watermasses towards the equator. Under the influence of these winds and the Coriolis force these watermasses are deflected away from the continent in a surface drift releasing in compensation a vertical movement along the coast. SCHOTT (1931) confirmed the view expressed by SVERDRUP (1930) that the vertical movement which cools the surface layers in the Peru Current does not affect greater depths than 300 m. GUNTHER (1936) based on his own observations came to the conclusion that upwelling along the Chilean and Peruvian Coasts involves water only to an average depth of 130 m.

Such an upwelling produces a vertical mixing of the waters without the formation of a thermocline. This is of the greatest importance since the uppermost layers of the sea receive under such circumstances great amounts of nutrients so that the growth of a rich phytoplankton is constantly maintained.

On the other hand the surface temperature decreases considerably on account of the upwelling, and surface water drifting away from the shore to the W extends its cooling influence over wide areas, until far away from the coast the cool water sinks on account of its density below the lighter and warmer waters of the open ocean. It has been observed that the sea surface shows in winter-time the normal green colour of the Coastal Current up to 150 nautical miles offshore so that until such a distance from shore the conditions for a development of a rich phytoplankton as the base for the whole ecosystem of the Peruvian Coastal Current seem to be maintained undisturbed. During the summer this area under the direct influence of cool coastal waters is more restricted and may be reduced to about 80 nautical miles.

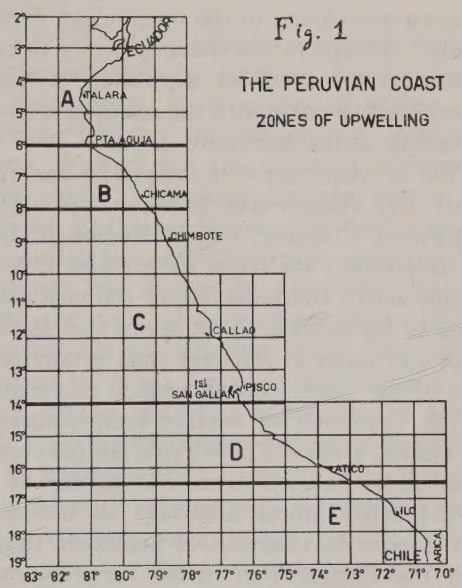


Fig. 1
THE PERUVIAN COAST
ZONES OF UPWELLING

For a more detailed study of the phenomena produced by upwelling along the Peruvian coast it seems advisable to separate certain regions as follows (compare also map Fig. 1):

Region A: 04°S—06°S, from Cabo Blanco to Aguja Point

Region B: 06°S—08°S, from Aguja Point to south of Puerto Chicama

* Received May 13, 1958.

** Compañia Administradora del Guano, Departamento de Oceanografia a Ictiologia, Lima, Peru

Region C: 08°S—14°S, from Puerto Chicama to San Gallán Island
Region D: 14°S—16.5°S, from San Gallán Island to south of Atico
Region E: 16.5°S—22°S, from south of Atico to Tocopilla (Antofagasta Chile).

Region A is normally free from a strong upwelling but participates in the phenomenon which characterizes in a special form the Region B, as shall be explained later. It is only natural and it occurs on every coast that a land-breeze or in our case a wind blowing with some force over a promontory produces an upwelling and a decrease of the surface temperature. That happens also in Region A but without the far reaching consequences observed in other parts of the Peruvian coast.

Between Aguja Point and Pariñas-Point the Peru Coastal Current leaves the west-coast of South America swinging out in a direction WNW to the Galapagos Archipelago and increasing its velocity in the open ocean considerably. Therefore we have possibly to take in account an effect of aspiration of water away from the coast with the result of a strong upwelling in the backward areas.

This is what seems to happen in the relatively cool coastal zone between Aguja Point and Puerto Chicama, *i. e.* in **Region B.** Here the continental shelf has its greatest E-W-extension with a sharp decline of the continental slope to the depths, and it seems that sloping-up of cool water is stronger than in any other part of the coast, contributing in this manner to the reduction of surface temperatures in the coastal areas. There a cold bottom-current must rush forward from the border of the shelf to the littoral allowing, as it seems, only a poor development of benthonic fauna.

In the central part of the Peruvian coast, **Region C,** the force of upwelling changes from place to place and may be sometimes paralysed by the invasion of lighter waters with higher temperatures leading even to subsidence. The SE-trade-winds blowing more or less parallel to the shore-line are held responsible for the phenomenon of upwelling, but it has been found, that it is the S-wind which produces the lowest surface temperatures in Region C (SCHWEIGGER, 1951), although this is not in harmony with the findings of HIDAKA (1953) as shall be shown later.

From nearly 14°S (San Gallán Island) to higher latitudes the shore-line runs in a direction NW-SE until the bight of Arica where the continental coast changes abruptly to a N-S-direction.

The **Region D** extending from San Gallán Island to about 16.5°S, or better determined at its southern boundary by the little port of Atico, is characterized by the lowest temperatures along the whole Peruvian coast; so it must be supposed that in this region upwelling is the strongest. In all probability we have to deal here with the same phenomenon as in Region A and Region B, *i. e.* aspiration of water-masses away from the shores propelled by the strongest winds along the whole coast-line between 22°S and 04°S. The effect of the wind is felt in different places changing with the meteorological situation over a large desert-area on the continent which extends over some 250 km between 13.5°S and 16°S. The force of these winds blowing in the main from SE increases the tendency of the surface waters to leave the continental coast. A decrease in temperature is shown sometimes in the northern half of 15°S where GUNTER (1936) supposed

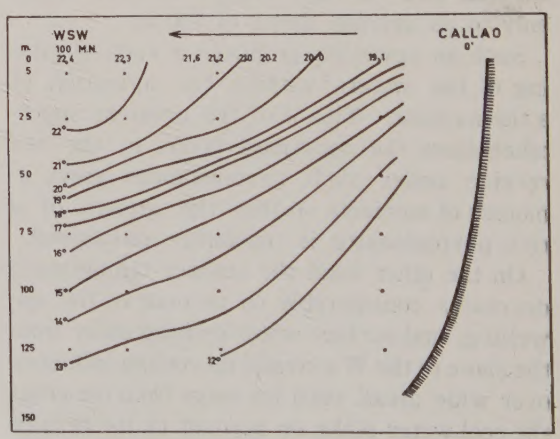


Fig. 2

the center of an intense upwelling off San Juan; sometimes temperatures are the lowest in the southern half of 14°S but more often in the northern half of 14°S.

If it is true that part of the natural upwelling along the coast of Region B is due to an

aspiration as has been proposed before, then also such an action might be supposed at the south of San Gallan, brought about by the water-masses leaving the continent impulsed by the strong winds. Such an aspiration might be able to affect all the areas backwards until eventually Atico reaching. This could perhaps explain why the surface temperatures in Region D are the lowest of the whole Peruvian littoral.

In a sharp contrast with Region D appears **Region E** which does not show an upwelling of the same intensity as Region D. The surface temperatures are usually higher and frequently their maximum is reported from the W in the latitudes off Ilo, Arica, Iquique and Tocopilla (17°S—22°S) where they may be even higher than simultaneous temperatures in Region B.

Along the coast, however, there is a narrow band of low temperatures the same as in other parts along the shore. In winter-time this small band of low temperatures may extend 20–40 miles offshore bordering out there high temperatures which during the same months keep at a greater distance off the Peruvian shore. While travelling along the west-coast of South America, SCHOTT (1931) observed the same phenomenon off Arica and referring to it stated that there are about 100 nautical miles off the coast of Peru not under the influence of the cold Coastal Current. Schott suggested that this may be due to the ceasing of upwelling in the bight of Arica in relation to the sharp change in the borderline of the Continent. But there are also meteorological factors not yet well determined which may produce such an effect, for example the very frequent SW-Winds along the Chilean coast between Arica and Iquique.

There are no data available which show the strength of upwelling along the shore in Region E except one B-T profile taken in March 1956 SW of Ilo. It shows the 12°-isotherm ascending up to 40 m of depth whilst the 12.5°-isotherm rises to about 20 m without forming a real thermocline. But about 100 miles out at sea tropical temperatures build up a thermocline and the 12°-isotherm is found

The rapid decrease of the surface temperatur-

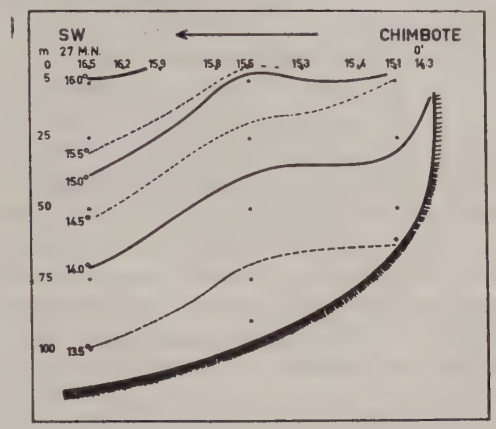


Fig. 3

there in depths varying between 100 and 150m. es entering the bight of Arica or the port of Iquique suggests also the persistance of an upwelling in some degree along the border of the Continent.

I am not able to express an opinion regarding the indication by Gunther that the region of Antofagasta is a center of strong upwelling. Chilean observations and isothermic charts drafted for the whole zone between Arica and Talcahuano by the North American Fisheries Mission in 1945 suggest that an intense upwelling takes place farther south in the region of Coquimbo (30°S), while the zone of Antofagasta shows higher temperatures not differing much from those observed off Arica, Iquique and Tocopilla. A fairly intense upwelling in the zone of Coquimbo supports the opinion expressed by Schott.

The hydrographic peculiarity of the southern parts of the Peruvian and the northern parts of the Chilean coast brings oceanic waters very close to shore so that there a regular fishery for yellowfin, tuna, skipjack, swordfish and marlin can be maintained during certain months ; while along the whole Peruvian coastal zone from 17°S until Cabo Blanco (04.2°S) these fish don't appear except in extremely warm summers, and then only at a considerably greater distance from the mainland than in Chile. Also tropical sharks and rays and other tropical animals are sometimes observed

or captured off Iquique. Where these frequently very warm oceanic waters come from is not yet completely understood.

Another phenomenon, however, seems to be important enough to mention: the years 1954 and 1955 together with 1950 showed the lowest surface temperatures since 1939; temperatures in 1956 were about 0.70°C higher. The strength of the surface winds on sea had been the greatest in 1954 with an appreciable increase of S-Winds in the total amount of all winds observed. As already has been said, it seems that the S-Wind produces the coldest temperatures along the Peruvian coast in Region C perhaps due to a more intensive upwelling. The statement of HIDAKA (1953) that an offshore wind blowing with an angle of about 21.5° across the coast-line brings forth the greatest amount of upwelling does not explain the very low temperatures in 1954 and 1955. These must be the effect of a strong upwelling which can be produced only along the shore and such a process should depend, according to the findings of Hidaka in Region C of the Peruvian Littoral, on SE-winds which cross the coast-line as offshore winds at the angle calculated by Hidaka. But during the years 1954 and 1955 these winds were observed less frequently than in the 15 years before 1954, there was, as already has been stated, a sharply marked increase of the frequency of S-winds (SCHWEIGGER, 1955).

The main direction of the continental contour in Region D is more or less 135°, *i. e.* from SE to NW. ESE-winds would be the winds which in accordance with the findings of Hidaka would bring forth the strongest upwelling. But the frequency of ESE-winds is very low compared with that of the SE-winds.

It seems therefore necessary to correlate the strong upwelling in Region D with the greater force of the SE-winds although they are blowing more or less parallel to the coast-line. In Region C it is the S-wind which is the strongest of all. If we could believe that besides the direction of a wind passing over the sea in relation to the shore-line and also the force of the winds has something to do with the strength of upwelling, then we could explain the profound difference between Region D and Region E as the result of the decrease of the force of winds at 16°S, or to be more exact near the great promontory of Morro Chala at 15.8°S. It should be emphasized in this connection that the direction of the prevailing winds in Region E, at least until the latitude 20°S, changes only very slightly from SE to ESE, these latter winds always being feeble.

It may also be said that everywhere along the Chilean and especially the Peruvian coast at the northern shore of the promontories which shelter little bays or inlets against the big swell of the ocean upwelling makes itself noticeable by the considerable reduction of surface temperatures. Therefore it may be better not to speak of certain "centers of upwelling" but accept the idea that upwelling is produced at any place along the Peruvian littoral where the wind-stress pushes the water away from the beach.

The effect on the deeper layers of waters depends on the momentary force of the wind which could be one day stronger than another day. It has been said earlier that the vertical movement produced by the upwelling does not allow the formation of a thermocline or if so only an insignificant one. But this is subject to changes in abnormal years or with every inrush of warm oceanic waters which notwithstanding their often, but not always, higher salinity are, on account of their high temperatures, less dense than the normal surface layers of the Peru Coastal Current. This happened another time in 1957 to such a degree that a sharp thermocline was found at the depths of 30 and 40 m, not only in the northern latitudes 06°S and 07°S (Region B) but also in the southern ones. Below this thermocline the normal water of the Peruvian Current remains, if we may judge from temperatures only.

Such a change in the hydrographical situation has serious consequences for the normal life of the Current, affecting not only the pelagic planktonfeeders such as the anchovy (*Engraulis ringens*). Under such circumstances the anchovy seldom appears at the surface, staying probably most of the time in greater depths perhaps together with the normal but possibly also reduced plankton of

the normal current. This has been affirmed by the results of fishing with ringnets for anchovy. Those nets with a depth of up to 30 fathoms were able to catch the anchovy whilst other ones of only up to 15 fathoms of depth could not do so every time. The result of such a situation is the starving of the guano-birds and other birds which depend for their food exclusively on this little fish.

The study of all these phenomena should be made naturally on the basis of salinities besides surface temperatures, but working conditions here are a bit difficult and the description had therefore to be limited to temperature-data only.

References

GUNTHER, E. R., 1936:
A Report on Oceanographical Investigations in the Peru Coastal Current. Discovery Reports. Vol. 13, Cambridge.

HIDAKA, K., 1953:
A Contribution to the Theory of Upwelling and Coastal Currents. 8. Pac. Sci. Congr. Abstract of papers. 85.

SCHOTT, Gerhard, 1931:
Der Perustrom etc. Ann. der Hydrogr. und mar. Metorol. Pgs. 161—169, 200—213, 240—253.

SCHWEIGGER, Erwin, 1951:
Atlas de la Corriente Costanera Peruana, Part I. Lima.

SCHWEIGGER, E., 1955:
Estudio comparativo de temperaturas de mar y el régimen de vientos entre los anos 1954 y 1939—53. Bol. cient. Comp. Adm. del Guano, Vol. 2. pgs. 53—64.

SVERDRUP, H. U., 1930:
Some Oceanographic Results of the "Carnegie's" Work in the Pacific. The Peru Current. Cit. trad. in Bol. Comp. Adm. del Guano, Lima, Vol. 7 (1931) pgs. 325—330.

Note: The discrepancy between the author's description and the results of Hidaka's findings concerning the wind-direction which produces the strongest upwelling, induced the author to examine statistically if a correlation between SE- and/or S-winds and sea temperatures really exists. It may be stated that up to date a correlation between these arguments could not be established as a significant one. The studies on this subject, however, shall be continued and it is intended to communicate the results obtained be it in positive or negative sense.

本邦内湾の海洋化学的研究（第2報） 浦戸湾に於ける海況の日週変化について

山 本 広 志

Oceanographical Studies on Japanese Inlets (2) Diurnal variation of hydrographical condition in Urado Bay

Hiroshi YAMAMOTO

Abstract: In order to explain the mechanism of discontinuous layer, and the circulation of chemical constituents relating to the discontinuous layer, the diurnal variation of water-temperature, chlorinity, silicate-Si, phosphate-P and dissolved oxygen, in Urando Bay was observed.

The result of the harmonic analysis of water-temperature makes it clear that the time of maximum in the upper layer is delayed about 2 hours than in the lower layer.

Chlorinity shows a noticeable difference of concentration between 1-and 2-metre layers, forming what is called the discontinuous layer.

The result of harmonic analysis of chlorinity shows that the degree of mixture by tide reads from 2 to 3 metres at high tide and from 1 to 3 metres at low tide, and chlorinity is considerably diluted above the discontinuous layer.

Silicate-Si reads from 5 to 30 μg-atoms per liter and a periodic variation is also indicated in each layer. However the surface layer shows a different change, and there is a period when a much lower figure than in other layers is indicated.

As regard phosphate-P, it reads between 1 and 4 μg-atoms per liter, and the daily variation is not so remarkable.

The maximum and minimum of dissolved oxygen appear after sunset and sunrise, respectively.

1. 緒言

著者は前報で浦戸湾における不連続層の成生機構について報告したが，これらの層の発達過程を知ることは，化学元素の循環と共に浦戸湾の如き陸水性内湾の特徴を考えてゆく上に重要なことであり，且つ湾の生産力を支配する要因として取上げなければならない．

著者は 1956 年の夏季に於て，浦戸湾の定点で経時観測を試み，不連続層の発達過程と若干の化学元素についてその消長との関係を明らかにしたので報告する．

2. 観測及び分析の方法

観測定点は湾内の略々中央部に位する裸島附近に設けた．定点に於ける水深は平均 5m となつている．定点附近ではまた真珠及びかきの養殖が行はれており，航路の影響を直接受けることはなく，夏期の停滞期に於て海況の悪変による養殖物の斃死等の被害が生じている．

観測は定点に船を固定し移動による影響を可及的に除外するよう努めた．観測は毎時行い，同時に採水して分析資料とした．

潮汐の測定は定点に立てた棒に目盛を付けて測定した．湾内では外洋の潮位に比して幾分おくれるため，この任意標準の潮汐をもととして考察するのが便利であるために，潮汐と化学成分との関係を考察する場合には常にこの任意標準の潮汐に基いた．なお，標準潮汐時刻及び測定した潮位は第 I 表に挙げた．

分析の方法については，溶存酸素はウインクラー法により現地に設けた実験所に陸上げして測

* 1958 年 5 月 13 日受理

** 高知大学教育学部化学教室，Chemistry Institute, Faculty of Education, Kochi University, Kochi.

定を行つた.

Fig. 1 Observational station on Urado Bay

Table 1

	Time of sunrise	Time of sunset	Time of high tide	Time of low tide
Aug. 6	h m 5 21	h m 19 02	5h 20m 18h 25	h—m 12 05
7 (1956)	h 5 22	19 01	6 05 19 05	0 25 12 45

time	Depth (m)	time	Depth (m)	time	Depth (m)	time	Depth (m)
Aug. 6							
h m		h m		h m		h m	
16—05	5.35	23—00	5.05	6—00	6.3	13—03	4.3
17—00	5.9	0—00	5.0	7—00	6.1	14—00	4.4
18—04	6.2	1—04	5.15	8—02	5.9	15—02	4.8
19—02	6.4	2—05	5.3	9—00	5.5	16—10	5.25
20—00	6.0	3—03	5.5	10—03	5.1		
21—00	5.3	4—00	5.7	11—02	4.7		
22—03	5.25	5—08	6.1	12—00	4.4		

Silicate-Si の測定はモリブデン酸アンモニウムによる比色法によりクロム酸カリウムを標準として比色した.

Phosphate-p の測定は採水後直ちにトルオールを添加してその変化を少くし或は硫酸酸性としたのち観測終了後直ちに定量した. 定量方法は[1]硫酸—モリブデン酸アンモニウム (2% 溶液) を用いて, 塩化第一錫を還元剤とする比色方法によつた. 本法によれば砒酸塩の影響を考慮しなければならない. 砒酸塩の分布については別の機会に報告する考えである. 採水後の測定経過時間は2昼夜以内に完了した. 比色にはすべて島津 Q-B 型光電分光光度計を使用した.

尚観測時の気象状況は記録的な高温でしかも1ヶ月以上降水がみられなかつた.

3. 結果とその考察

a) 水温について (第2図)

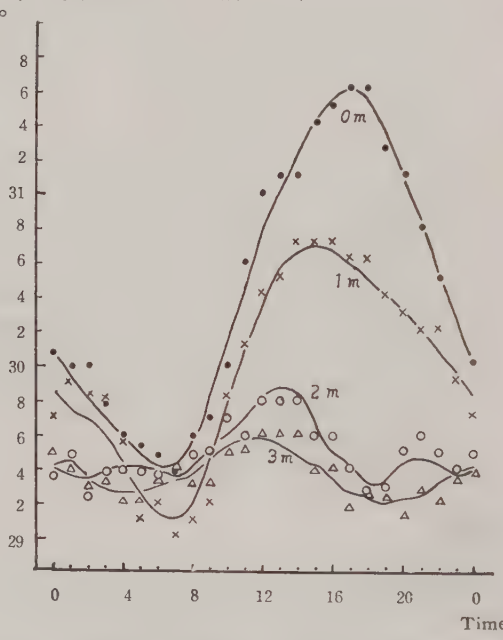


Fig. 2 Diurnal variation of water temperature, in Urado Bay, by harmonic analysis in August 1956.

水温の日週変化について調和分析を行つたその結果, 第3項までを合成することによつて図に示すように実測値と近似した曲線を得た. これによると較差は底層に従つて減少する. 不連続層は 1 m と 2 m 層の間にあるが, 表層と 1 m 層の温度差も相当大きい結果を示している. 最高は, 表面からみて下層に従つて各層共約2時間早く生じている.

最低は各層共僅かなおくれがみられる. これは通常の日変化とは逆の関係であり, 各層の吸熱変化よりも放熱変化が卓越していることを示すもの

であろうか．なお 4m 層以下では周期変化が明らかでないため調和分析を行はなかつた．

b) 塩素量について（第3図）

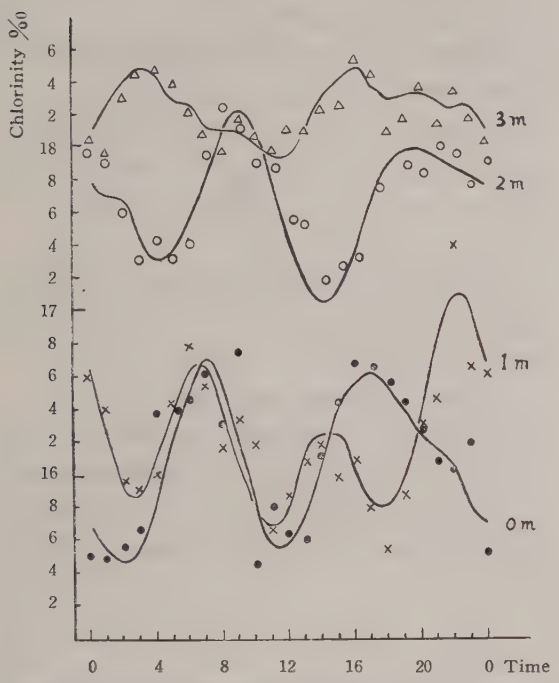


Fig. 3 Diurnal variation of chlorinity, in Urado Bay, by harmonic analysis in August 1956.

温度と同様に塩素量についても調和分析を行つたところ．第3項までを合成することによつて実測値と近似する曲線を得た．

即ち，0m と 1m 層は4時より15時までは同様な周期変化を示し，15時より 3 時ごろまでは塩分濃度の差異が大きくなる傾向を示している．また 15 時より 20 時ごろまでの表層と 2m 層に於ける塩分濃度の逆転は底かんな異水塊が通過したことを示しているものであらうか．

1m 層と 2m 層との間は塩素量の濃度差が顕著で，前報に述べた如く不連続層が平均 1.5 であることを裏付けている．また 0m と 2m 層を比較すると変化の傾向は近似的で．0m 層に対して 2m 層の位相が約 3 時間のおくれを生じている．3m 層は 2m 層とは逆に落潮から張潮までに塩分の極大が現はれている．

結局，各層の濃度変化と潮汐の関係は，張潮時では 2m～3m 層で，落潮時では 1m～2m 層でそれぞれ曲線が近づく傾向を示し，所謂この時期に活潑な混合が行はれることを示している．不連続層を中心として上層では著るしく混合され明らかに陸水の影響が多大であることが知られる．

これらのことから，不連続層は常に 1m 層と 2m 層の間で顕著であるが落潮時に於ける 2m 層の塩分引下げが顕著であれば，2m と 3m 層の濃度差が大きくなり，不連続層は下降することとなる．

c) Silicate-Si, phosphate-p, 溶存酸素について．

生産力を支配する要因としての化学元素の消長が，不連続層とどのような関係にあるかは極めて興味あることで，今回はこれらのうち Silicate-Si, phosphate-p, 溶存酸素について検討した．

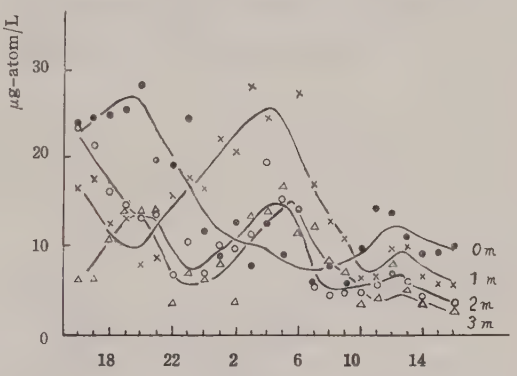


Fig. 4 Durnal Variation of Silicate-Silicon in Urado Bay, in Aug. 1956.

Silicate-Si は 5～30 μgatom/L で一般に表層に於いて高い値を示し，深度と共に減少し底層附近で再び増加する傾向がある．Silicate-Si の消長で興味のあることは，表層よりも 1m 層が高い値を示す時刻があり，しかも 2m 層との間に顕著な濃度差がみられることである．このことは不連続層附近の珪酸の挙動として注目すべきことであるが，なお今後検討しなければならない．潮汐に伴う不連続層の変化と珪酸との関係については明らかな傾向がみられなかつた．

Phosphate-p の変化については第5図に示した如く．その量は 1～4 μg-atom/L で各層共 2～3 回濃度の山がみられ，ほぼ同様の周期変化を示している．0m 層と 1m 層では 22 時，6 時，16

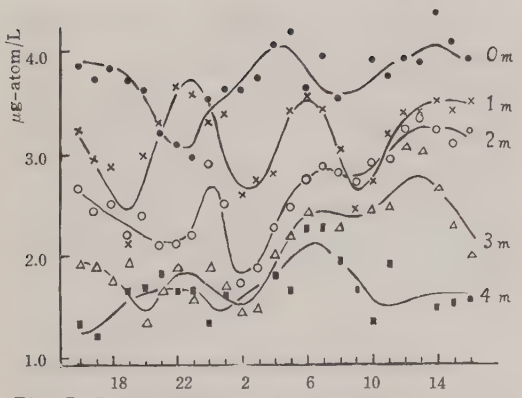


Fig. 5 Diural variation of phosphatephosphorus in Urado Bay, in August 1556.

時ごろそれぞれ混合して一様な濃度となる傾向があつて，表層に於ける塩素量の増加する時刻と一致している．

1m 層以下の各層では 0～3 時にそれぞれ極小値があつて 14 時頃まで増加する．この傾向は塩分の週変化と明らかな関係はみられなく，不連続層以下では復雑な変化を示している．4m 層以下では直接底質上の影響を受けるためか，著るしく濃度が大きくなる．

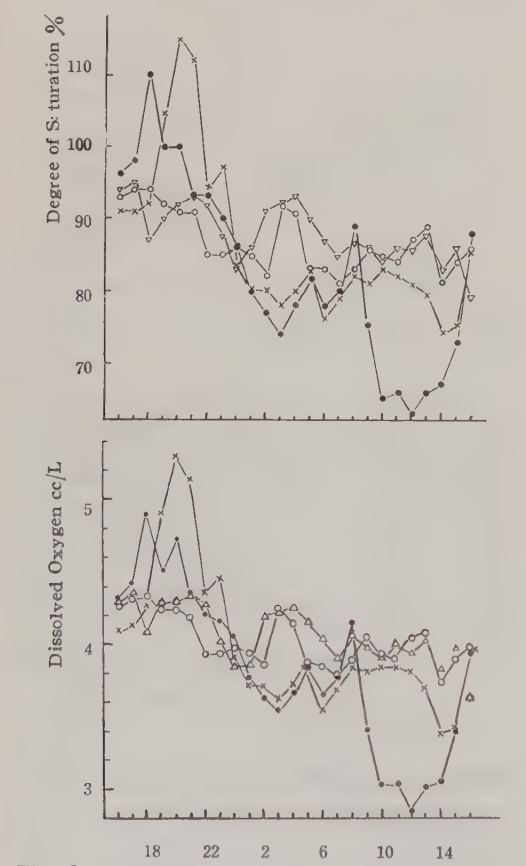


Fig. 6 Diurnal variation of dissolved oxygen in Urado Bay, in August 1956.

溶存酸素については第6図に示す如く，高極及び底極の時刻は表面では 18 時と 12 時ごろに，1m 層では 20 時と 6時ごろに，2m 層では 20 時と 6 時ごろにそれぞれ現はれる．2m 以下の層ではまた高極が 16 時と 4時附近とに2回現れている．

杉浦[2]は表層の高極及び底極の現れる時刻を6時及び 17 時ごろとする型と，この時刻以外に極値を生ずる型に分れることを指摘しているが，本湾の表層では後者に属するようである．

全般的に過飽和となる場合が少ないが，これは恐らく陸水によつて運ばれる浮遊物の酸素吸収などが影響しているものと思はれる．浮遊物の堆積状況と酸素吸収等については別に報告する考えである．

4. 要約

内湾の生産力を支配する要因として，不連続層の機構とそれに関係する化学元素の消長とを解明するために，浦戸湾で水温，塩素量 Silicate-Si, phosphate-p, 溶存酸素について日週変化を測定し次のような結果を得た．

1) 水温及び塩素量について調和分析し，水温の特徴として最高は，表面からみて下層に従つて，各層共約 2 時間早く生じている．塩素量は 1m 層と 2m 層との間に顕著な濃度差がみられ，潮汐との関係は張潮時では 2m と 3m で，落潮時では 1～2 層で著しく混合する傾向がある．

2) Silicate-Si は 5～30 μg-atom Si/L で各層共同様な周期変化であるが，表層のみは他の層よりもし著く低い値を示す時刻がある．

3) Phosphate-p は 1～4 μg-atmo P/L で各層の日変化の傾向は明らかでないが，大体において不連続層よりも上層では塩素量の変化に似ている．

4) 溶存酸素の最高と最低におくれがみられた．

本研究に当り，御指導賜つた京都大学理学部石橋雅義教授に深謝すると共に，御協力下さつた本学の今井嘉彦氏に感謝の意を表する．

文　献

(1) HAVREY, H. W., 1948:
Journ. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom, **27**, 337.

(2) 杉浦吉雄，1954:
"溶在酸素量の日変化"，日本海洋学会誌，**10**, 22.

The Journal of the Oceanographical Society of Japan
Vol. 14, No. 3; October 1958

日本海対馬暖流域の水塊の性状*

輿　水　直　文**

The Properties of Water-masses in the District of the Tsushima Current in the Japan Sea

Naobumi KOSHIMIZU

Abstract:—Using the data obtained on board research vessels of the Maizuru Marine Observatory and other various governmental agencies in the southern part of the Japan Sea from 1953 to 1957, the author discussed the properties of water-masses of the said area with emphasis on the Tsushima Current area.

The outstanding features are as follows:—

1. High haline water of the warm current area shows remarkable seasonal variations, and it disappears suddenly in early spring near the coast while such water seems to shift to the offing at that time.
2. As for T-Cl diagram, chlorinity of the water-masses becomes maximum (Cl 19.2 ‰) at about 15°C in these years. Salinity of coastal water becomes remarkably low three times a year, namely in August-Sept., in June-July and in Jan.-Feb.
3. Si-σ_t diagram shows parabolic feature for the upper and the intermediate water, and the diagram shows a linear relationship for the deep water. As for Si-σ_{tD} diagram, the content of silicate-Si increases in proportion to σ_{tD}. Therefore, it could be concluded that the appearance of rich-silicate water mass is a good indication of upwelling of the deep water in the Japan Sea.

1. 序

1953～1957 年の 5 年間に舞鶴海洋気象台で行はれた日本海経ヶ岬沖 30 浬の毎月の定線観測，京都大学・京都府水産試験場・舞鶴海洋気象台共同実施の若狭湾西部の毎月観測，及び最近約 3 年間の海上保安庁の観測による日本海沖合の資料と，其の他日本海においての関係官庁の過去の観測資料より，日本海対馬暖流域の水塊の性状を考察した．

2. 暖流高鹹水の消長

Fig. 1 は最近 5 年間の沿岸海域においての暖

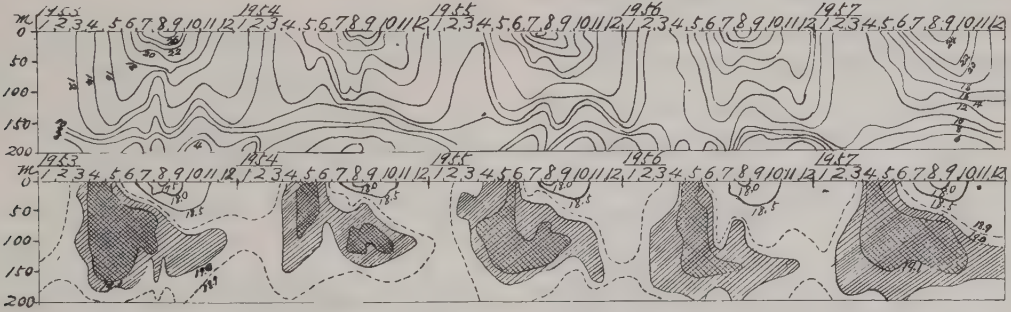


Fig. 1. The isoplenths of water temperature (°C) and clorinity (‰) at the Station 14 miles north off Kyogamisaki in the Japan Sea.

流流域の水温及び塩素量のイソプレットである．これによつて暖流水塊の周年の消長を詳細にうかがう事が出来る　暖流高鹹水は水温は 10～20°C，その中心鹹度は Cl 19.0～19.2‰ で 3～11 月の間にみられ，12 月から 1 月～2 月にかけて全く消失する．なほ Cl 19.1‰ 以上の高鹹水は年に

* 1958 年 6 月 20 日受理

** 舞鶴海洋気象台，Maizuru Marine Observatory

よつて可成りの消長がある.

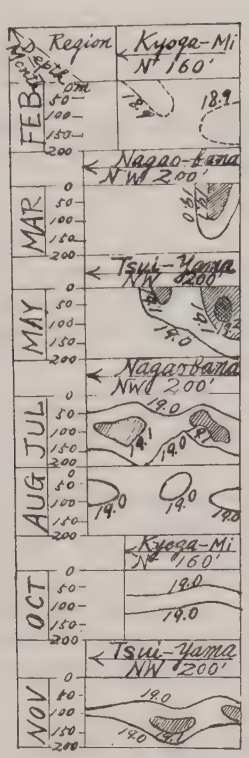


Fig. 2. Monthly variations of high haline water masses appearing in the warm current region in the Japan Sea (1954～1957).

Fig. 2 は海上保安庁水路部による最近3年間に行はれた日本海山陰北陸沖 160～250 浬にわたる暖流域全般の観測結果による高鹹水塊の断面分布である. 各断面とも資料が少ないので, 観測年度は前後しているがそれらの断面図を月順に示したものである. ここにいう高鹹水塊は Cl 19.0‰ 以上のものを示す. これによると暖流高鹹水は3～4月頃沿岸寄りに顕著に出現するとともに, 次第にその鹹度を増大し, 塩素量は5月にはこの海域では年間最大値の 19.2‰ を示す. 後高鹹水は次第に沖合に拡つて6月以降の暖流表層水の出現とともに次第に中層に移行し, その存在が例年11月頃までみられその深度は 100～150 m 層にある. 例年12～2月の冬期は暖流の衰弱と鉛直混合のためとによつて暖流高鹹水は全く消滅し, 3～4月に再び沿岸寄りに出現し後沖合に拡つて行く模様である.

3. 暖流域の T-Cl 曲線群について

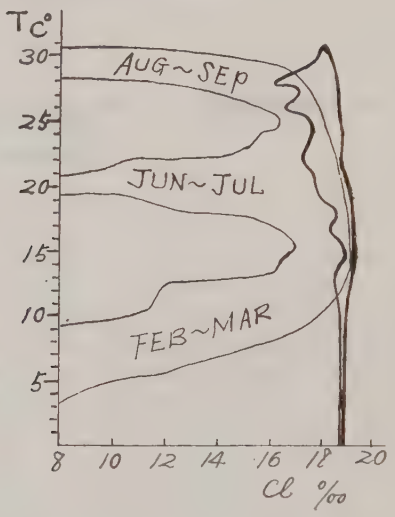


Fig. 3. Schematic diagram of T-Cl of the monthly observation during five years (1953～1957) within 30 miles off Kyogamisaki in the Japan Sea. The thick line shows the range of the off-shore water and the fine line shows that of the coastal one.

Fig. 3 は 1953～1957 年の5年間の経ヶ岬沖 30 浬及び若狭湾西部の毎月観測より求めた T-Cl 群の占める範囲を示した略図である. 沖合では水温 10～20°C で Cl 19.0～19.2‰ の暖流高鹹水が出現している. 沖合水及び沿岸水ともに水温 15°C 附近で塩素量は最も高くなつている. この時季は4～5月, ついで 12～1 月である. 尚沿岸水では年間3つの低鹹の時期がある. すなはち 8～9 月の表層水が顕著に高温で颱風による降水量の多い時期, 6～7 月の梅雨の時季, 及び 2～3 月の注入河川水が増水する時期である.

4. Si－σ_t 及び Si－σ_{tD} 曲線について

Fig. 4 は 1954 年1年間の $Si-\sigma_t$ 曲線である図において暖流高鹹水及び暖流表層水について確率的にいへば Si と σ_t との関係は

$$\Delta Si/\Delta\sigma_t \propto \sigma_t$$

を示し1つの抛物線を示しているものと考へられる.

σ_t が 27.0 以上の深層水の $Si\sim\sigma t$ 図は暖流高鹹水及び暖流表層水が示す抛物線とは不連続であ

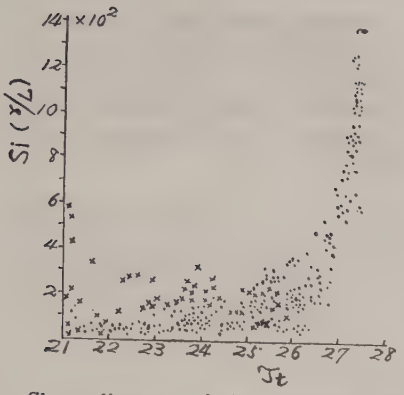


Fig. 4. $Si-\sigma_t$ diagram of the monthly observation in the year 1954 within 30 miles off Kyogamisaki in Japan Sea. Dots are the points of the off-shore water and ×-marks are those of the coastal one.

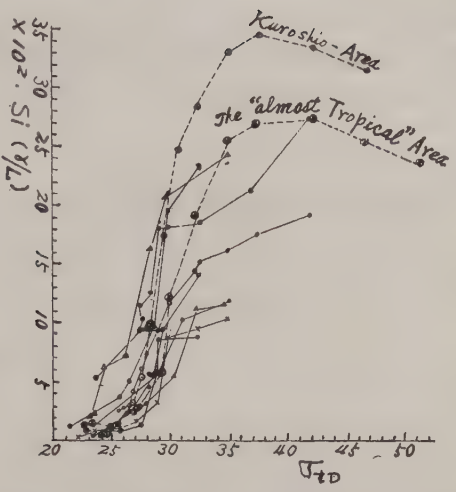


Fig. 5. $Si-\sigma_{tD}$ diagram of the past observations in the Japan Sea. Dotted lines are those of the Pacific Ocean.

つてほぼ直線関係を示しているのは，深層において σ_t の鉛直傾度が非常に小さいためであると考へられる．

一般に寒流域では暖流中層水がなく，上層水も下層水の影響を強く受けて，珪酸態—珪素の量は比較的多く，暖流流域の上層及び中層と異つて鉛直傾度も可成り顕著である．

暖流域においては水温及び塩素量の第二躍層以下では σ_t の鉛直傾度は小さいが，一般に珪酸態珪素の鉛直傾度は深度ととも顕著に増加しているので，$Si\sim\sigma_{tD}$ 図について考察してみると Fig. 5 に示すように Si は σ_{tD} によく比例している．

すなわち，$Si\propto\sigma_{tD}$

Hesselberg 及び Sverdrup によれば

$$10^3\cdot\sigma_{tD}=\sigma_t\cdot10^{-3}+\varepsilon_D+\varepsilon_{SD}+\varepsilon_{tD}$$

日本海の固有水では塩素量はほぼ一定で Cl 18.8‰ で水温は 300～400 m 以深より 1.0～0.5°C 以下の著しく低温であるために深度範囲が Fig. 5. のように 0～3000 m では

$$\varepsilon_{SD}+\varepsilon_{tD}\fallingdotseq0 \text{ とすれば}$$

$$10^3\cdot\sigma_{tD}=\sigma_t\cdot10^{-3}+\varepsilon_D$$

$$Si\propto\sigma_t\cdot10^{-2}+\varepsilon_D$$

すなはち珪酸態—珪素 Si は単に σ_t だけでなく，これと Hesselberg 及び Sverdrup の式の深度に関する項 ε_D との和に比例すると考へる．Fig. 5 でほぼ $\sigma_{tD}>30$ の深度の大きいところで $\Delta Si/\Delta\sigma_{tD}$ が小さくなつているものは pH のためと考へられる Fig. 5 の点線で示したものは 1953～1955年のソ聯の北西太平洋における観測資料によるものである．深層では pH が最小値 7.7 を過ぎて逆転し再び 7.9 以上になると $Si-\sigma_{tD}$ は負の相関を示すが日本海では pH は 3000 m 層でも 7.9 以上になることはなく Si と σ_{tD} は常に正の相関を示している．

5. 結　論

1. 対馬暖流高鹹水は顕著な季節的消長を示し，一般に冬期は消滅するが，春季には沿岸寄りに急速に発達し Cl 19.20‰ 以上の年間の最高鹹度に達し，漸次沖合に延びて 6 月頃より低鹹な暖流表層水が出現して 10 頃迄顕著である．

2. 最近 5 年間の経ヶ岬沖 30 浬及び若狭湾西部の T-Cl 曲線群についてみれば，沖合水及び沿岸水ともに水温 15°C 附近で最も高鹹を示し，その時季は暖流高鹹水出現の 4～5 月，及び季節風の最中の 12～1 月である．又沿岸水には年間 3 つの低鹹な時期がある．

3. $Si-\sigma_t$ 図によれば，暖流表層水・暖流高鹹水は確率的には抛物線状を示すと考へられるが，対馬暖流域の 200 m 以深の固有水では珪酸態—珪素は σ_{tD} によく比例し，深度の大きい程その含

量は大きい．この事より日本海においてとくに暖流域では，富珪酸態——珪素の水塊の存在は固有水の湧昇の最もよい目安であると考へる．

文　献

(1) 海洋概報（海上保安庁），1955～1957：
(2) 海洋時報（神戸海洋気象台），1929：**3** (2)
(3) 水産試験場告，1934：**5**
(4) Brujewicz, S. W., (1953～1954)：
On certain chemical features of water and sediments in north-west Pacific (1953～1955).

The Journal of the Oceanographical Society of Japan
Vol. 14, No. 3, October 1958

日本列島対馬暖流域におけるハリセンボンの"寄り"現象について III. "寄り"の生態学*

西　村　三　郎**

Mass Stranding of Porcupine Puffer along the Coasts of the Tsushima Current Region of the Japan Archipelago— III. Some Ecological Notes on the Mass Stranding

Saburo NISHIMURA

Abstract: An ecological study has been made on the mass stranding of the porcupine puffer, *Diodon holacanthus* LINNAEUS, which is conspicuously observed to occur along the west coasts of Honshu and northern Kyushu in winter. The results obtained are summarized as follows:— On the aforementioned seashores and the west coasts of Hokkaido which face to the Japan Sea, the stranding occurs almost exclusively during stormy weather with the strong N to W monsoon winds blowing from Siberian continent. Along the Pacific coasts of Hokkaido and northern Honshu, however, such relationship is not remarkable. There are found many kinds of fishes, squids, jelly-fishes and other invertebrates to strand together with the porcupine puffer, among which are also included animals of temperate and even of subarctic element, *e. g.*, *Oncorhynchus*, Gasterosteidae, *Sebastes*, *Theragra*, *etc.*, in addition to those of tropical and subtropical nature. A year-to-year fluctuation is found in the amount of porcupine puffer migrating to the neighboring waters of Japan. It is, however, as yet undetermined whether the fluctuation is due to the variation in the strength of the Kuroshio or due to the variation in the abundance of year-classes of the fish.

1. まえがき

前2報において筆者は，日本列島の対馬暖流域においてみられるハリセンボン *Diodon holacanthus* LINNAEUS の集団的な接岸・来游現象—いわゆる"寄り"について，その地域的・時期的出現状態をのべた.[1,2] 本報においては，"寄り"がおこる際の気象状態，ハリセンボンとともに接岸・うちあげをおこなうそのほかの動物，"寄り"の量の経年的な変化などについて考察する.

もちいた資料は，前2報におけると同様，質問事項に対して沿岸各地の漁業協同組合から寄せられた回答である.

2. "寄り"と気象状態

便宜上，次の3地域に分けて考察する.

i)　北海道太平洋岸・津軽海峡・三陸沿岸

"寄り"の際の海面状態については，明確な報告を寄せた9箇所のうち，5箇所までがナギのときであるとし，残りの2箇所はシケのあと，2箇所がシケ・ナギに関係なしと回答してきた. 後にのべるように，このような報告状況は北海道・本州および九州の西岸からのそれとはかなり相違している. 次に，風向との関係については，明確な回答を寄せた7箇所のうち，4箇所が西あるいは北西の風のときハリセンボンが寄るとし，残りの3箇所はそれぞれ東，南東，南の風のときに寄ると報告してきた. 前者の4箇所はいずれも陸奥湾内にあり，後者の3箇所はいずれも本州の太平洋岸に面していることは注目される（北海道からは風向に関しての報告はない).

ii)　北海道・本州の日本海沿岸

"寄り"がおこる際の海面状態について明確な回答を寄せた42箇所のうち，40箇所までがシケのあと，あるいはシケのときにおこるとし，2箇

* 1958年7月4日受理.

** 日本海区水産研究所, Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory, Niigata.

両者はシケのときにおこると報告してきた．風向との関係については，報告のあつた 43 箇所を分類すれば次のようになる．ただし，質問紙上で，たとえば，北と西とにマークしたものは北西の風とみなして集計した．

北風のとき……10　　南風のとき……2
北西風のとき……12　　南東風のとき……0
西風のとき……9　　東風のとき……4
南西風のとき……4　　北東風のとき……2

すなわち，北～西風のときが圧倒的に多い．

iii)　九州およびその近接島嶼沿岸

“寄り”がおこる際の海面状態については，明確な回答のあつた 26 箇所のうち，22 箇所までがシケのあと，あるいはシケのときと報告し，残りの 2 箇所がナギの時，2 箇所がシケ・ナギに関係ないと報告してきた．風向については，報告のあつた 21 箇所のうち，東・西・南風のとき，および南・北風のときと回答してきた 2 箇所を除いた残りを分類すれば次のようになる：

北風のとき……2　　南風のとき……1
北西風のとき……6　　南東風のとき……0
西風のとき……7　　東風のとき……0
南西風のとき……2　　北東風のとき……1

ところで，前報においてのべたように，この地域では春先の典型的な“寄り”のほかに夏から秋にかけてもハリセンボンの出現のピークがあり，上の数字にはこれも含まれている．したがつて，次に，春先の“寄り”だけに限つて同じ問題を検討してみることにする．春先の“寄り”を報告してきた 19 箇所のうち，シケ・ナギに関係なしと報告してきた 1 箇所を除くと，ほかはすべてシケのあとあるいはシケのときと報告してきた．また，風向との関係については，回答のあつた 13 箇所のうち，南・北風のときに寄ると報告してきた 1 箇所を除くと，残りは次のように分配される：

北風のとき……0　　南風のとき……0
北西風のとき……6　　南東風のとき……0
西風のとき……4　　東風のとき……0
南西風のとき……1　　北東風のとき……1

すなわち，春先の“寄り”だけに限つても，また限らなくても，ハリセンボンの接岸・うちあげがおこるのはシケのあと，あるいはシケのときと報告してきたところが圧倒的に多く，また風向との関係については，北西～西風のときに寄るとしたのが多いが，この傾向はとくに春先の“寄り”の場合に著しいようである．

以上のような調査結果から結論されることは，北海道・本州および九州の西岸においては，ハリセンボンの“寄り”はシケあるいはシケのあとにみられ，その時の風向は北～西である場合が多いということである．ただし，北海道太平洋沿岸および三陸沿岸はこれとはやゝ事情を異にしているように思われる．ところで，“寄り”の顕著におこる季節[1,2]と考えあわせると，この北～西風はじつは冬季の季節風，いわゆる“大西風”[3]であることが理解され，ハリセンボンの“寄り”現象の原因のひとつとして，あるいは少くともそれと関係あるものとして，北西季節風が前面に浮びあがつてくるのであるが，この点の詳細に関しては次報において論ずるであろう．

3.　ハリセンボンとともに寄る動物

ハリセンボンとともに海岸にうちあげられたり，定置網に入つたりするそのほかの動物にはどんなものがあるかを報告してもらつたのであるが，結果はあまりかんばしくなかつた．原因は報告者がそれらの動物の名称に不詳なためである．以下において，報告内容をとりまとめてのべてみよう．方言名で報告してきたものが多いが，それが標準和名と著しく異なり，間違いをひきおこす可能性のある場合には，標準和名あるいは学名を付記した．

i)　北海道太平洋岸・津軽海峡・三陸沿岸

魚類では，まいわし，せぐろいわし（カタクチイワシ），さば（おそらくマサバ），あじおよび小あじ（*Trachurus*），かつお（おそらくソウダガツオ *Auxis*），そい（*Sebastes*），かながしら，とげうお（Gasterosteidae）などがあり，標準和名あるいは学名の不明なものに“めくらはも”がある．魚類以外のものでは，ほや，なまこ，いか，たこ，くらげなどが挙げられたが，和名あるいは学名の判明したものには，みづいか（おそらく *Loligo*

sp.*)，まいか（スルメイカ），あかいしながくらげ（おそらくアカクラゲ *Dactylometra pacifica* GOETTE）がある．名称の不明な熱帯性魚類が一緒に網に入ると報告してきたところもある（宮城県志津川）．

ii) 北海道・本州の日本海岸

この地域の北部（佐渡海峡まで）では，魚類として，さけ，ます，小さば（おそらくマサバの幼魚），ぶり，いなだ（ブリ幼魚），すゞき，こしょうだい，こんごり（カワハギ；こごり，ばくちともいう），はこふぐ（Ostraciontina；かくふぐともいう），ひらめなどが挙げられ，無脊椎動物としては，いか，くらげがあるが，エチゼンクラゲ *Stomolophus nomurai* (KISHINOUYE) と思われる大型クラゲを報告してきたところもある．また，南部（佐渡海峡以南）からは，魚類として，まいわし，かたくちいわし，しらす（おそらくカタクチイワシの稚魚；時にアユの稚魚を含んでいるかもしれない），小あゆ，さば（*Pneumatophorus*），よこわ（ソウダガツオ），ふくらげ（ブリ幼魚），あじおよび小あじ（*Trachurus*），まるあじ（*Decapterus*），小しいら，こうぐり（カワハギ），たら（おそらくスケトウダラ）などが挙げられ，魚類以外のものとしては，たるいか（シリヤケイカ *Sepiella maindroni* DEROCHEBRUNE），やりいか，あかいか（スルメイカあるいはバカイカ），たこぶね（*Argonauta* の貝殻），あかくらげ，よつめくらげ（ミズクラゲ）** などがある．エチゼンクラゲ（だいくわんくらげ，大くらげ，びぜんくらげ，たいくらげなどとよんでいる）は，ハリセンボンと一緒に寄るという報告（2箇所）と，ハリセンボンよりもやゝはやい時期に寄る（ハリセンボンが12～3月なのに対し，エチゼンクラゲは8～11月頃に寄る—新潟県柏崎市椎谷），あるいは少くとも同時ではないという報告（2箇所）とがある．学名の明らかでないものに“すいかくらげ”がある．

iii) 九州西岸（近接島嶼を含む）

魚類では，いわし（マイワシ），うるめ（ウルメイワシ），さば（マサバおよびゴマサバ），やず（ブリ幼魚），あじ（*Trachurus*），むる（*Decapterus*），あじご（*Trachurus* の幼魚あるいは *Decapterus*），しいら，あいばり（アイゴ；単にばりともいう），べんた（キダイ?），きこり（タカノハダイ），くろいお（メジナ），ちようせんごべ（ニザダイ?），こうはぎ（ウマヅラハギ），こうむき（カワハギ），はこふぐ（Ostraciontina）などがあり，軟体動物としては，するめいか（おそらくケンサキイカ *Doryteuthis kensaki* (WAKIYA et ISHIKAWA)，いか類，小いかなどという記載がみられるが，福岡県福間町および長崎県宇久町平郷から，重量1～2貫位の大いかがうちあげることがあるとの報告があつた．おそらくバカイカ *Stenoteuthis bartrami* (LESUEUR)，あるいはソデイカ *Thysanoteuthis rhombus* TROSCHEL であろう．クラゲ類では，縄釣の餌にする大くらげ，あるいはたいくらげ（エチゼンクラゲであろうと思われるが確かでない．あるいはビゼンクラゲ属 *Rhopilema* のものかもしれない），あおくらげ（ビゼンクラゲ *Rhopilema esculenta* KISHINOUYE）；それから学名の不明なものに“まるくらげ”，“よど”がある．

以上を通観すると，ハリセンボンとともに寄る動物（主として魚類）には，北海道および本州北部においては温帯性種（マイワシ，カタクチイワシ，マサバ，ブリなど）を主体として，これに若干の寒帯性種（サケ・マス類，トゲウオ類など）と熱帯・亜熱帯性種（ソウダガツオ，カワハギ，ハコフグ類など）とが加わつているが，本州南部・

---

* 北海道区水産研究所函館支所 新谷久男氏（1958年3月27日付私信）の御教示による．しかし，ユウレイイカあるいはミズイカ *Chiroteuthis* sp. の可能性も考えられる．AKIMYSCHKIN[4] によれば，ユウレイイカの1種 *Ch. veranyi* (FERUSSAC) はオホツク海および北西太平洋に広範囲にわたって棲息しており，マッコウクジラ *Physeter catodon* LINNAEUS の胃内から大量に見出されるのみならず，クロアシアホウドリ *Diomedea nigripes* AUDUBON の胃内にも普通にみられることから，本種はこれらの海域においては，深海から表面にいたるまで多量に分布している（あるいは少くとも夜間には表層に浮上する）ものと考えている．

** アカクラゲ・ミズクラゲの多いのは晩春から夏にかけてであって（5—7月），ハリセンボンの“寄り”の季節よりもはやいという報告もある（新潟県柏崎市椎谷）．

九州においては寒帯性種はほとんどみられず（福井県におけるスケトウダラが例外），熱帯・亜熱帯性種としては，上記の種類のほかに，ムロアジ，シイラ，アイゴなどが加わる.* イカ類では，冬期九州西岸に大型イカがうちあげられるという報告があるのは興味深く，クラゲ類では本州沿岸におけるエチゼンクラゲ，本州南部および九州西岸におけるビゼンクラゲの出現が注目される.

次に，ハリセンボンが定置網に入るときの，ほかの商業的価値を有する魚介類の漁獲状況について報告を寄せたところがあるが，これをみると，ハリセンボンが入網するときはほかの魚介類の漁獲は悪いらしく，このような報告を寄せたところは，北海道に1箇所，本州に4（+1?）箇所，九州に3箇所あつた．富山湾沿岸の漁業者も同じことをいつている.[5)]

4. "寄り" の量の経年変化

ハリセンボンの「寄り」に経年的な量変化がみられるかどうかについて調べてみた．北海道太平洋岸・津軽海峡・三陸沿岸では，不明あるいは記載のなかつた7箇所を除くと，5箇所が変化なし，5箇所が変化ありと報告してきている．何年頃に多く，何年頃に少なかつたかについては，報告例が少ないのでなんともいえない．北海道および本州の日本海沿岸では，不明あるいは記載のなかつた13箇所を除くと，7箇所が増減なしと報告してきているほかは，残りの44箇所は全部増減がみられたと報告している．そして，出現が多かつたのは昭和29～32年（とくに30～31年）としたところが多く，これと逆に"寄り"が少なかつたのは昭和25～26年頃および32～33年としたところが多い．九州西岸では，不明あるいは記載のなかつた19箇所を除くと，残りの12箇所は変化なし，18箇所は変化ありと報告してきた．後者について，ハリセンボンの出現のピークをみると，昭和28～31年にあつたとするのが多く，逆に出現の少なかつた年としては26年以降および32年をあげたところが多かつた．なお，注意して吟味してみると，出現のピークは昭和28年頃と30～31年頃との2回に分離できるようで，その間には出現の少なかつた年が介在していたようである.

以上より，ハリセンボンの対馬暖流域における出現状況には量的変動が認められるように思われる．しかも，出現の多い年あるいは少ない年は全域を通じてほゞ同じであり，前者は昭和28年および30～31年がこれに相当し，後者は昭和25～26年，28～29年および32～33年がこれに相当しているようである．さらに，南海区水産研究所の横田滝雄氏（1958年2月20日付私信）によれば，九州太平洋岸においてもハリセンボンは年によつて量的変動をするもののようで昭和27～28年と31年とに大発生がみられたという．これから，周期性についてはまだ論議の余地があるとしても，ハリセンボンの日本近海への来遊量には年による波動的な変化が認められるといえるように思われる．これがはたしてハリセンボンの発生量の年変動によるものか，あるいはまた，ハリセンボンを日本近海まで運んでくる暖流勢力の年変動によるものかは，さらに資料を蓄積して吟味しなければならない問題であろう.

おわりに，このようなハリセンボンの経年的な来遊量変動に関連をもつて日本近海に出現するように思われる動物がほかに存在することをのべておく．すなわち，ハリセンボンの多い年にはソウダガツオの回游も多い（山口県萩市土見），ハリセンボンの多い年には直径5寸～1尺の青色クラゲ（ビゼンクラゲのこと）が多量に来游する（島

---

* このように，ハリセンボン自体は熱帯・亜熱帯性魚類であるにもかゝわらず，それと一緒に，熱帯・亜熱帯性魚種はいうまでもなく，温帯性種，さらに寒帯性の魚類も接岸・来游するということは，魚類の回游・移動は水温によって規定されるよりも水の流動によってより大きく規定されるものであることを物語っており，しかも，これらの魚種にはとくべつに変ったものはみられず，ほとんど日常普通に漁獲されるものばかりである（これは，しかし，報告者が珍しい魚種の名称に不詳であるための結果かとも思われるが，なかには明瞭に"とくに変った魚はみられない"と報告してきたところもある）ことは，裏がえして考えれば，これらの商業的価値のある重要魚種の日本海における回游生態を考察する場合に，ハリセンボンの"寄り"現象ないし回游についての知見が有益に応用されうることを暗示している.

根県平田市塩津）などという報告がみられることは，富山県魚津地方の漁業者が，ハリセンボンの多い年にはブリの漁が薄いといつている[5]のと考えあわせて興味深く，この種の資料が豊富になれば，ハリセンボン来游量の経年変動の原因のみならず，さらに日本近海における海産諸動物の生産・分布の経年変動* の機構についてもなんらかの知見が得られるかもしれない．

5. 要約

1) 日本列島対馬暖流域，とくに本州・九州の日本海岸において冬の候特異的にみられるハリセンボンの集団的な接岸・来游現象—いわゆる“寄り”について，それがおこる際の気象状態，ハリセンボンとともに接岸するほかの動物，“寄り”の量の経年的な変動などを調べた．調査は質問法によつており，各地の漁業協同組合および漁業者からの回答に基いている．

2) まず，“寄り”の際の海面状態については，北海道・本州・九州の西岸においては，シケあるいはシケのあとに寄ると報告してきたところが圧倒的に多く，また風向については，北～西の時に寄るとしたところが多い．北海道太平洋岸・三陸沿岸はこれとは事情を異にしているようで，上のような明瞭な傾向はみられない．

3) ハリセンボンとともに接岸・来游するほかの動物（主として魚類）には，とくに変つたものはみられないが，熱帯・亜熱帯性種から温帯性種・寒帯性種にいたる各種のものを含んでいる．熱帯・亜熱帯性種は中部以南の海域に多く，寒帯性種は中部以北でみられる．

4) ハリセンボンの“寄り”あるいは出現の量的経年変化については，全域を通じてほゞ同様な波動的変化の傾向が認められ，近年においては，昭和28年および30～31年に多く，昭和25～26年，28～29年および32～33年には少なかつたようである．

* 近年だけに限ってみても，日本近海に分布する動物のうちで，その生産・分布に顕著な変化を示したと考えられる種類は少なからず見出される．たとえば，日本海南西部におけるツノナシアミ *Euphausia pacifica* HANSEN[6]，マイワシ[7]などの減少ないし分布範囲の縮少，さらに日本海中部および南西部におけるトガリサルパ *Salpa fusiformis* CUVIER[8]，カタクチイワシ[9]，仔アジ *Trachurus*[7,10]などの出現ないし増加はその代表的なものである．UDA[11]は日本近海に産する重要魚種がその数量を変動させつつあることを示し，その変動のインデケイターとして，つまり，それらとある相関をもって数量変動をおこなうと考えられる動物として，コペポーダ類，オキアミ類，クラゲ類，ハリセンボン，仔アジなどを挙げている．

文　献

(1) 西村三郎，1958：“日本列島対馬暖流域におけるハリセンボンの“寄り”現象について—I.“寄り”の地域的・時期的出現状態 (1).” 日本海洋学会誌．Vol. 14, no. 2, 53—58.

(2) ——，1958：“日本列島対馬暖流域におけるハリセンボンの“寄り”現象について—II.“寄り”の地域的・時期的出現状態 (2)”．日本海洋学会誌，Vol. 14, no. 2, 59—63.

(3) 宇田道隆，1954：“海洋気象学”．天然社，297p.

(4) AKIMYSCHKIN, I. I., 1957：“K faune golovonogix molliuskov (Cephalopoda) dalinevostochnuix morei CCCP.” Issledovaniia Dalinevostochnuix Morei CCCP. Tom 4, 127—148 (in Russian).

(5) 富山県水産試験場，1957：地方悉皆調査報告書（謄写）．

(6) 小牧勇蔵，1957：“三陸沿岸のオキアミについて．” 鯨研通信，no. 70, 10—17.

(7) 村上子郎・真子彪，1957：“昭和31年西海区海域における漁獲マイワシ年令組成の推定結果及び最近におけるマイワシの漁獲変動についての考察．” 西海区水研いわし資源調査報告書（昭和31年），1—11（謄写）．

(8) 西村三郎，印刷中：“中部日本海産マサバの摂餌に関する一知見—トガリサルパの摂取について．” 日水研年報，no. 4.

(9) 深滝弘，1957：“カタクチイワシの資源に注目しょう．” 新潟県漁連だより，no. 4, 9.

(10) 丹羽正一，1957：“9月（昭和32年）の海漁況．” 新潟県漁連だより，no. 3, 4—5.

(11) UDA, M., 1957：“A consideration on the long years trend of the fisheries fluctuation in relation to sea condition.” Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., vol. 23, no. 7—8, 368—371.

The Journal of the Oceanographical Society of Japan
Vol. 14, No. 3, October 1958

日本列島対馬暖流域におけるハリセンボンの“寄り”現象について—IV. “寄り”の機構に関する考察*

西　村　三　郎**

Mass Stranding of Porcupine Puffer along the Coasts of the Tsushima Current Region of the Japan Archipelago—IV. A Hypothesis for the Mechanism of the Mass Stranding

Saburo NISHIMURA

Abstract: In the present paper is offered a hypothetical explanation for the mechanism of the migration of porcupine puffer, *Diodon holacanthus* LINNAEUS, in waters adjacent to Japan, with particular reference to the mass stranding of this Diodontid fish to be observed to occur conspicuously along the west coasts of Honshu and northern Kyushu on stormy winter days. The hypothesis will be mentioned briefly as follows:—Youngs of the porcupine puffer hatched in the low-latitude region south of Kyushu may be carried northwards by the Kuroshio and subsequently by the Tsushima Current into the Japan Sea. The period of passing through the Tsushima Straits is supposed to be June to November, mainly July to September. Shoals of the fish which have entered into the Japan Sea will go north adrift far off the coasts along the main current. They may thus not so often be noticed by the coastal fishermen. When, however, the northwest monsoon wind begins to blow from autumn on, and becomes gradually predominating from winter to early spring, a large-scale S-SW drift current is generated in the Japan Sea, with the result that the porcupine puffer which are adrift in the offing on the way to the north will be then carried back south or southwest step by step, reaching and accumulated in the coastal waters of the Japan Archipelago, and on the occasion of stormy weather be stranded *en masse*. Some shoals will be drifted further southwards along the Honshu coasts and, passing through the Tsushima Straits, reach the northern coasts of Kyushu, making a conspicuous mass stranding there, too.

1. まえがき

本稿の第Ⅰ～Ⅱ報において，筆者は，日本列島対馬暖流域におけるハリセンボンの“寄り”現象についてのべた.[1,2] それによれば，この流域においては，夏から翌年の春にかけて——とくに秋から翌年の早春までの間に，ハリセンボン *Diodon holacanthus* LINNAEUS の幼魚あるいは未成魚が集団をなして接岸し，海岸にうちあげられたり，定置網に入つたりするのである．ほんらい熱帯性あるいは亜熱帯性といわれるこの魚が[3,4] なぜ，日本列島の対馬暖流域，とくに本州の日本海沿岸においては，夏にはほとんどみられないで，逆に水温の低い冬季に限つて大量に接岸・来游してきて，いわゆる“寄り”現象を呈するのであろうか—本報ではその発顕の機構について考察する．

この研究をおこなううえに種々御援助をいたゞいた日本海区水産研究所の加藤源治，伊東祐方，深滝弘の諸氏に深甚の謝意を表する．

2. “寄り”の機構——仮説の提示

第Ⅰ～Ⅱ報でのべたように，ハリセンボンの“寄り”がみられる時期は北方においてはやく，夏あるいは秋から初冬にかけてであり，南に偏するにつれて次第に遅れる．たゞし，九州近海においては周年みられるようであり，かつ，とくに1～3月ごろと 7～8 月ごろとには多いようである．このうちの 1～3 月ごろにみられる“寄り”は，前述の本州沿いに順次遅れて及んでくる同じ現象の

* 1958 年 7 月 4 日受理.
** 日本海区水産研究所, Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory, Niigata.

連続であり，7～8月ごろにあらわれる出現のピークは，津軽海峡近海で同じ時期にみられるそれとともに，前者とはちがつた泅游生態を示す魚群，すなわち別のラインによるものと考えられることはすでにのべた．このラインは顕著な“寄り”現象を示すことはなく，中部日本海においては夏季に例外的にみられるにすぎない．いつぽう，顕著な“寄り”を示すラインについては，その来游の時期的・地域的推移[1,2]からみて，それは，いわゆる“南下泅游”のカテゴリーに属する性格の移動をおこなつているものであることが推察される．

そもそも，この“南下泅游”という概念は，イワシ類・サバなどの外洋性で游泳力のかなり大きい魚類，いわゆる泅游性魚類についていわれてきたものであるが，ハリセンボンの場合には，これらの魚類に顕著な“北上泅游”がほとんど観察されないという点でいちじるしく特徴的である．ハリセンボンが熱帯・亜熱帯性の魚種であり，日本海には暖流によつて運ばれてくる以外には流入する可能性がないだろうことを考慮すると，このハリセンボンにおける“北上泅游”の(見かけ上の)欠除を説明するためには，次のふたつの命題のうちのいずれかを仮定しなければならないだろう．

i) 日本海に流入してくるハリセンボンは成熟間近い親魚であるが，量的には微々たるためわれわれの眼にふれることが少なく，したがつて“北上泅游”に相当するものはみられないが，これが日本海の北部において産卵をおこない，この産卵に由来する幼魚群の生残りがきわめて良好で，これが秋から冬にかけて集団をなして“南下泅游”をおこなうのである．*

ii) ハリセンボンの日本海への流入は数量的には莫大であるが，沖合を通るために，沿岸の漁業者や住民の眼にふれることが少ない．しかし，秋になると，これまで沖合に棲息していたハリセンボンは一斉に“南下泅游”の行動をおこして日本列島に達し，ここに“寄り”の現象を呈するにいたるのである．この場合には，日本海に流入してくる魚と“寄り”をおこなう魚とは同一の年級に属するとみるわけである．

まず，i) の妥当性について吟味してみよう．この命題の最大の問題点は，はたして，ハリセンボンが日本海，とくにその北部において産卵をおこなうか否かということである．現在までの知見によれば，この日本海における産卵という考えは否定したほうが安全なように思われる．1953年より対馬暖流開発調査の一環として現在まできわめて組織的に継続して実施されてきた稚魚ネットによる表面採集および通称稚．ネットによる垂直曳採集の結果によると，島根県から青森県にいたる本州沿岸寄りの海域からはハリセンボンと同定される稚魚はまつたく得られていない（日本海区水産研究所 深滝弘氏談）．同じく1953年より1955年にいたる北海道周辺海域の表面採集および垂直曳採集によつても本種の稚魚はまつたく得られていない[5,6]．また，上述の卵・稚魚採集調査の及んでいない沖合部における産卵の可能性については，後にものべるとおり，ハリセンボンは産卵場の立地条件として沿岸帯を要求するように思われるのであるが，日本海の沖合部にはこのような条件を満たすところは竹島とウツ陵島以外には存在しないことを考えると，否定したほうが安全であろう．

しかし，日本海の南：九州の西方海域（東支那海）ではハリセンボンの稚魚が採集されることがある．すなわち，長崎県水産試験場は1955年9月および1956年6月に，この海域から本種と確認される幼魚を2尾（全長75 mmおよび49 mm）得ている．また，南海区水産研究所の矢部博氏によれば，同氏はかつての朝鮮総督府水産試験場に在勤中，本種の稚魚をみた記憶を有するとのことであり，この標本は対馬水道横断観測の際に採集されたものらしいが確かでないという（1958年2月12日付私信）．

以上のべたことから，ハリセンボンが日本海に入つてから，しかも，その北部海域で産卵するという考えは否定した方が安全なように思われる．

* 本州・北九州の西岸に“寄り”をおこなうハリセンボンは全長10—15 cmあるいは15—20 cmであつて，幼魚あるいは未成魚であることがじっさいに確められている．

上述の日本海の最南部あるいはその南方水域で採集された稚・幼魚も，おそらく，その付近で産卵されたものではなく，もつと低緯度海域での産卵から由来したもので，そこの育成場から海流によつて運ばれてきたのであろう．*したがつて，i) の命題の妥当性については問題があると思われる．

次に，ii) については，以下においてのべるように，その要求する条件はじつさいに満足されているように考えられ，多くの点で i) よりも妥当性が強いのである．まず第一に，ハリセンボンの日本海への流入ならびに日本海々盆内における北方への移動——いわゆる“北上洄游”——は沖合を通つてであろうという点についてであるが，ハリセンボンのような游泳力の弱い動物の場合，その移動は海水の流動によつてほゞ完全に支配されると考えられるから[7]，その移動あるいは洄游は海流の流軸によつて大きく規定されているとみてよいであろう．

さて，九州西方海域および日本海を対象にとりあげた場合，そこを流れる海流としては対馬暖流があり，ハリセンボンがそれにのつて日本海に運びこまれるであろう海流はこれ以外には考えられない．近年における観測の結果から，われわれは，この暖流の流れのパターンとして，次のような描写を試みることができるだろう．九州南方海域においては黒潮の強流帯は沖縄列島西方約 100 浬付近にあつて，その巾は非常に狭く，時に 20 浬，流速は 6 ノットに達することがあるといわれる．この強流帯と沖縄列島との間には巾広い反流域がある．[8] 黒潮の流量の大きな部分はトカラ海峡および大隅海峡を通つて四国沖へ抜けるが，一部は対馬暖流として九州西方海域を北上し，日本海に入るわけである．この北上分枝の強流帯も九州西岸のはるか沖合：約 100～150 浬のところにあり，これと九州沿岸との間は南下反流域となつている．このような流れのパターンはほゞ定常的であつて，夏でも冬でもあまりちがいはないが[8~13]，冬季には北西の季節風の影響を受けて，表層においては南下反流が強勢になるのではないかとも考えられている[14]．暖流の日本海への流入は対馬水道を通じておこなわれるが，その際には，暖流の主流は西水道を通ることが知られている．東水道を流れる水量はこれと比較してはるかに少なく，11～4 月には日本海への流入はみられず，むしろ南下流が発達する[15,16]．このようにして西水道を通過した対馬暖流の主流は日本海のほゞ中央部を北東につきぬけるのであるが**，この際，隠岐列島，大和堆付近，能登半島沖，入道埼沖でそれぞれ顕著な蛇行をおこない[19,20]，艫作埼沖で急激に沿岸に収斂して，一部は津軽海峡を抜け，一部は奥尻島・神威岬付近で左折して沿海州沖に向い[21,22]，残りの水は北海道の西方海域を北上しつゞける．

以上が暖流中層水の流動のあらましであるが，表層の流れも夏季においてはこれとほゞ一致するものとみてよく，たゞ，南西の卓越風によつてひきおこされる弱い吹送流が付加される結果，いくぶん流速が増すと考えられている[21]．

さて，こゝで，ハリセンボンの産卵生態について若干考察してみよう．これから本種の産卵場についての知見が得られるかもしれないからである．日本近海のハリセンボンそのものの卵の性状については，これまでまつたく研究されたことが

---

* 矢部博氏は，1949—1953 年の間西南太平洋諸海域の採集をひろく試みて，本種の稚・幼魚を約 20 尾得られたが，その採集地点は Banda 海・Micronesia 海域から Philippine 群島・沖縄列島の東方水域にわたっている．全長 10 mm 以下の稚魚は Luzon 島の北方の Babuyan 諸島東方でのみ採集されており，少くともこの付近では産卵がおこなわれていることは間違いない．いっぽう，日本近海での産卵の可能性については同氏は否定的見解をもっておられる (1958 年 2 月 12 日付私信)．また，九州大学農学部の道津喜衛氏は，九州南方海域においてごく少数の仔・稚魚が採集されたことから，この付近 (具体的にどこを指すのかは不明) でハリセンボンの産卵がおこなわれていると推察してよいと考えておられる (1958 年 2 月 15 日付私信)．

** ふるくから，日本海に入った対馬暖流は 2 分枝[17]あるいは 3 分枝[18]に分れて北上するといわれてきたが，能登半島以北，とくに入道埼以北ではこれらの分枝を区別するのが困難であるのみならず，たとえ，じっさいに上記のように 2 分枝あるいは 3 分枝に分けられるとしても，暖流の主流部は沿岸分枝ではなくして，沖合分枝あるいは沖合寄りの区分枝であることにはほぼ見解が一致している[19,20,21]．

ないので不明であるが，東部太平洋のネズミフグ *Diodon hystrix* LINNAEUS については沈降卵を産むという記載がある[23]．また，ナガカワムキ *Halimochirurgus*，マンボウ類 Molidae を除いたフグ目 Tetraodontida の魚類は一般に沿岸帯において付着性沈降卵を産むらしいといわれている[7,24]．これらの点からみて，さらに，*Diodon hystrix* は *D. holacanthus* のシノニムにすぎないともいわれている点[25]を考慮すると，ハリセンボンはおそらく沿岸近くで沈降卵を産出して繁殖するものと考えられる．ところで，前にものべたように，日本海に入つてくるハリセンボンは対馬暖流によつてはこばれてくるのであろうこと，また，その産卵海域は九州よりも南方の低緯度水域であろうことを考慮すると，対馬暖流，したがつて黒潮の源流地付近でハリセンボンの産卵場たるの条件を備える場所，つまりその沈降卵を着底あるいは付着せしめる基体としての沿岸岩礁帯が発達している場所としては，沖縄列島，台湾およびその近接島嶼，Philippine 群島などが考えられ，こゝが日本近海に来游するハリセンボンの成育場ではないかと推定されるのである．

ハリセンボンの発生初期における生態・成長などについては一切不明であるが，矢部博氏は全長 7, 8, 13～15 mm の稚魚を稚魚ネットで採集しておられるところからみると，この程度までに生長したハリセンボンは外洋にも生活するようになるらしい．外洋に出て黒潮にのつたこれらの稚魚は生長を続けながら日本近海にいたるのであろう．こうして日本近海に達した稚魚あるいは幼魚の一部は太平洋側に抜けるであろうが，一部は，前述したような九州西岸沖の強流帯を通り，対馬西水道を経て，日本海の中央部を暖流の主流あるいは沖合分枝にのつて運ばれるであろう．したがつて，沿岸部においてはハリセンボンをみることは少ないであろう．これが秋のはじめごろまでの状況であると考えられる．

さて，次は，このようにして沖合に棲息していたハリセンボンが，なぜ秋になると一斉に“南下洄游”の行動をおこして日本列島に押しよせるのか――その機構の問題についてであるが，これについては筆者は次のように考える．秋もなかばをすぎて，大陸にシベリヤ高気圧が発達しはじめると，こゝに北西の季節風が卓越するようになり，日本海は直接にこれにさらされるにいたる．この風はその強度と持続性とで著明なものであるが[26,27]，これが秋から翌年の春にかけて日本海の海況，とくに流動状態に大きな影響を及ぼし，ひいては自泳力の弱いハリセンボンの移動をも大きく規定するであろうことは想像にかたくない．冬の間，日本海の表層はこの季節風によつて冷却されて，こゝに顕著な熱対流がおこり，深度 150～200 m にいたるまでほとんど均一な水によつて占められるようになる[28,29,30]．したがつて，その持続性をも考慮に入れると，季節風の卓越期にある冬季の日本海外洋部に対しては EKMAN の吹送流の理論が適用されうることが予想される．さて，季節風下における暖流主流軸以南の風速分布をみると，ビユーフオート階級 5～6 がもつとも多く，平均では 5.4 (10 m/sec) くらいとなり，その継続時間は 30～40 時間のことが多い[26]．風力係数を 0.025 とすると，風の応力によつておこる表層流の流速は約 25 cm/sec，摩擦深度は約 150 m と計算される．この深度まではほゞ均質な海水によつて占められるから，近似的に無限深海の場合の理論が適用されるであろう[32]．さらに，30～40 時間も吹送されつゞけると，大略的には定常状態に達するとみることも許されるだろうし，とくに，冬季には海面から冷却されるので定常状態に達するのが一層促進されるはずである．* さて，海上における季節風の方向については，NNW ないし NW が大部分であるといわれているから[31]，ハリセンボンが表層付近，あるいは少くとも著しく深くない層に浮游しているものとすれば**，この季節風による吹送流は南南西ないし南西の方向

---

* もっとも，定常状態には達しなくても，吹送時間中の平均をとれば――浮游物の長期にわたる漂流を考える場合には，この平均が問題となる――，実質的には最初から定常的であると考えてよいわけである．[33]

** 日本海中央部の強流帯付近における水温躍層は夏季にはきわめて浅いので[19,28]，季節風の吹きはじめのころにおけるハリセンボンの游泳層は深いものではありえないだろう．

に向うことが期待されるので——強風による海面の擾乱を考えると，渦動粘性係数は深度とともに減少するものとみなければならない——，ハリセンボンはこの流れにのつて同じ方向に，あるいは，暖流固有の流れによつて影響されて，それよりも多少東に偏した方向にはこばれるであろう．新潟における 10 m/sec 以上の陸上風の平均日数（1916～1948 年間の平均）をみると，12 月は 18.7 日，1 月は 20.8 日，2 月は 17.2 日となつているので[26]，海上風 10 m/sec 以上の平均日数はこれよりもはるかに多いと考えられるが，季節風が吹いていないときは，ハリセンボンは暖流固有の流れによつて若干北東方向に流されるであろう．このようにして，ハリセンボンは，ジグザグなコースをたどりながらも，全体としては，南に偏した方向にはこばれて日本列島の沿海に達し，あるいはそれに沿つて南下をつづけるであろう．このようにして沿岸域に吹きよせられ，集積させられたハリセンボン群は，シケのときには大群をなして浜辺にうちあげられ*，あるいは定置網にのつたりなどして，こゝにいわゆる“寄り”現象を呈するにいたると考えられる．第III報でのべたように，ハリセンボンの“寄り”がおこるのは北～西の季節風によるシケあるいはシケのあとであるが[34]，これは上にのべた見解をうらづけるものと考えられるのである．

以上から，命題 ii）のほうはその要求する条件がすべて無理なく説明できることがわかる．そして，日本近海におけるハリセンボンの移動の過程に関して，われわれは，次のように要約してのべることができるだろう．九州南方の低緯度海域で発生した稚・幼魚は黒潮および対馬暖流によつてはこばれて日本海に流入するが，主流軸に沿つてはるか沖合を北上するためにあまり人眼につかない．しかし，秋になつて北西季節風が卓越するようになると，それによつてひきおこされた吹送流にのつて南～南西方向に流され，日本列島の沿岸に達して“寄り”現象をおこす．

* うちあげられるハリセンボガは，おそらく低水温のために半麻痺状態にあり，著しく運動能力が低下していることと想像されるが，確かでない．

3. 仮説への補足

こゝでは，前節でいゝつくせなかつた，仮説のもつとこまかい点について，若干補足的にのべる．

まず，ハリセンボン幼魚が，その北上過程において，九州西方海域および対馬水道を通過する時期の問題であるが，これに関しては，筆者は，ハリセンボンの産卵の推定時期（この点については別に論じる機会があろう），対馬暖流の季節的消長[15,16,35]などから，6～11 月ごろ，とくに 7～9 月ごろであろうと考えている．第I～III報でのべたように，九州および対馬列島近海で，は冬から春にかけての“寄り”のほかに，ほとんど周年，とくに夏あるいは夏から秋にかけてもハリセンボンが出現することが特徴的であるが，これは上述の北上過程にある魚群および，少くともその一部分は，北上の途上で九州西方の渦流域[36]に捕捉されて滞留している魚群によるものであろうと思われる．

さて，この時期に対馬水道を通過したハリセンボン群は暖流の強流帯に沿つて蛇行しながら北上をつづけるわけであるが，強流帯における流速は 1～2 ノット[21,37]，津軽海峡西口までの蛇行距離は約 850 浬であるから，もつともはやく 6 月ごろに水道をぬけた“ハシリ”の魚群のうちで，途中で渦流などに捕捉されて滞留することなく，一気におわりまではこばれたものは 6 月のうちに，あるいは 7 月中には津軽海峡西口に到達するであろう．“ハシリ”に遅れて水道を通過した魚，および北上の途中で停滞・滞留した魚は，これに遅れてひきつづきはこばれるであろう．津軽海峡西口において沿岸に収斂した暖流強流帯は，一部は東流して海峡をぬけ，一部は北上を続けて，こうして夏から秋にかけて青森県，北海道，三陸の沿岸にハリセンボンを供給する（第I～II報参照）．田名部[38]，茄子川・宮崎[39]によると，夏季には津軽海峡を通過する暖流系水と北海道西岸へ北上をつづける水との境界線は艫作埼西方約 30 浬あるいは権現埼西方 30～50 浬のところにあるという．そして，暖流系水の中核はこの境界線のすぐ東側を流れているらしい[39～42]．したがつて，夏に

津軽海峡西口に達したハリセンボンの多くは海峡を通つて陸奥湾に入り，あるいは太平洋にぬけると考えられる．このことと，秋口にいたれば北海道西岸を北上する流れが弱まるらしく[43]，したがつて，秋以降にこの場所に達した魚は北上する機会が一層少ないであろうことを考慮すると，北海道西岸におけるハリセンボンの出現がきわめて稀であることの理由も理解されよう．また，海峡に流入したハリセンボンのうちで，北海道の沿岸（津軽海峡側および太平洋側）あるいは本州の太平洋沿岸に漂着するものは 8～9 月ごろまでに海峡を通過した魚群であろうことが，海流瓶の投入調査の結果[43]から予想される．したがつて，ハリセンボンが津軽海峡を通過して太平洋にぬけることが可能な時間は 1～2 箇月で，きわめて短かく，これらの海域における漂着は量的に少いことが予想されるが，これはじつさいに正しい[2]．それ以降に海峡に流入したものは陸奥湾に入ることが多いであろう．この場合には，とくに青森湾内に流入する確率が高いことが，秋～冬季における陸奥湾への外洋水の流入状態から推察される[44~46]．北西季節風が卓越しはじめてからのハリセンボンの漂着が陸奥湾の西半：青森湾寄りに偏在していること[1,2]はこうして説明されよう．

いつぽう，日本海の沖合部で渦流などに捕捉されて滞留していた魚群，対馬水道を季節が遅くなつてから通過した魚群および暖流流路（強流帯以外の部分）をゆつくりとはこばれていつた魚群は，北海道あるいは本州北部の沖合に達しないうちに北西季節風の卓越化に遭遇して，途中から本州沿岸を指して吹き寄せられ，あるいはそれに沿つて南下させられるであろう．こうして本州中・南部の沿岸各地に顕著な“寄り”を現象せしめるであろうことは前節でのべた．本州沿岸に沿つて南下を続けた魚群の一部は東支那海にぬけると考えられるが，その時には，おそらく対馬東水道を通るであろうことが，秋から翌年の春までの間の水道近海における海水の流動状態から推定される．すなわち，この期間には東水道には南下流が発達するので[15,16]，ハリセンボンはこの流れによつて九州沿海へとはこばれるであろう．夏から秋にかけて日本海に流入するときは西水道を通過すると考えられるのと比較して対蹠的である．こうして，北九州沿岸では，ハリセンボンの出現のピークが年に 2 回——夏と冬～早春とにみられるが，いわゆる本格的な“寄り”は後者であるということ[2]がよく理解されるであろう．

以上，前 2 節でのべたところから，第Ⅱ報で用いたふたつのラインという言葉の意味は明らかになつたと思う．すなわち，夏季対馬水道および津軽海峡の近海に出現するハリセンボン群＝ラインは北上洄游群であり，冬季本州および北九州の西岸において顕著な“寄り”をおこなう魚群＝ラインは南下洄游群であると考えられるのである．

4. おわりに

以上‘日本近海におけるハリセンボンの移動・洄游，とくに本州および北九州の西岸において冬季顕著にみられる“寄り”の機構について，海水の流動という観点に立つて，きわめて大胆に論じてきた．一言にしていえば，この“寄り”現象は日本海の地理学的・海洋学的特性——そのなかでは，強勢な冬季の季節風による吹送流の発達が最たるものであるが——と，ハリセンボン自体のもつ生物学的特性とがうまく組合わされておこる，この海域に特異的な，興味深い現象であるということになろう．

もちろん，海水という媒質の流動のみによつてハリセンボンの洄游が完全に説明しつくされるものではないであろう．しかし，この魚はきわめてプランクトン的な性格の強い動物であることは否定できないし，また，大洋中に生活するプランクトンやネクトンは海水の流動を認知しえず，水温・塩分・その他の環境因子が著しく変化しない範囲においては，それにながされるまゝであろうと考えられる以上，その移動＝洄游は海流によつて大きく影響されるわけであろう．その場合，プランクトン的な性格の強い動物ほどより著しく，かつ，より完全に規定されると考えることは不当でない．

したがつて，ハリセンボンの洄游を考察する場合には，この海水の流動との関係を重視するとい

う立場はきわめて健全であると考えられるのであるが，筆者は，この立場はひとりハリセンボンのみならず，そのほかの浮魚類＝表層性および中層性の洄游魚類の移動を理解・説明する際にも有効であろうと考えるもので，このような観点からする，日本海におけるマイワシ・マサバ・クロマグロ・その他の重要魚種の洄游機構の解明については，また別の機会にこれをおこなう予定である．

5. 要約

1) 日本列島対馬暖流域におけるハリセンボンの移動＝洄游，とくに本州および北九州の西岸において冬季顕著にみられる集団接岸現象，すなわち“寄り”の機構に関してひとつの仮説を提示した．

2) 九州南方の低緯度海域で発生したハリセンボンの稚・幼魚は黒潮および対馬暖流によつてはこばれて日本海に流入する．その時期は6～11月ごろであろう．対馬・九州近海でみられるハリセンボン出現の夏のピークはこの流入する北上群に由来するものであろうと考えられる．

3) 日本海に入つた魚群は暖流主流軸に沿つてはるか沖合を北上するためにあまり眼につかないが，暖流は本州北端において沿岸に収斂するので，津軽海峡近海ではふたゝびこの北上群が認められるようになる．魚群の一部は海峡を通過して太平洋に出，一部は陸奥湾内に流入し，一部は北海道西岸を北上する．この分派の割合は季節によつて異なるであろう．

4) 秋になつて，北西季節風が卓越するようになると，それによつてひきおこされた優勢な吹送流によつて，夏の間日本海の沖合部に滞留していた，あるいはそこを通過中のハリセンボン群は南～南西方向に押しながされて本州沿岸部に達し，シケのときには浜辺にうちあげられたり，沿岸の定置網などにのつたりして，いわゆる“寄り”現象を呈するのであろう．この南下群の一部はさらに本州に沿つて押しながされて北九州の沿岸に達し，こゝにも“寄り”を生起せしめるのであると考えられる．

文　献

(1) 西村三郎，1958：“日本列島対馬暖流域におけるハリセンボンの“寄り”現象について——I. “寄り”の地域的・時期的出現状態 (1)”．日本海洋学会誌，14, 2, 53-58.

(2) ——，1958：“日本列島対馬暖流域におけるハリセンボンの“寄り”現象について——II. “寄り”の地域的・時期的出現状態 (2)”．日本海洋学会誌，14, 2, 59-63.

(3) TARANETZ, A. J., 1937: “Kratkii opredelicheli ruip sovetskovo dalinevo vostka i priledjashchix vot.” Izvestija TINRO, Tom 11, 200 p. (in Russian).

(4) 松原喜代松，1955：“魚類の形態と検索 (I, II, III).” 石崎書店，1605 p.

(5) 北海道立水産試験場・北海道区水産研究所，1955：“北海道区資源調査要報 No. 11 (対馬暖流系水域の開発に関する研究 No. 2) 昭和28年度”．121 p.

(6) ——・——，1956：“北海道区資源調査要報 No. 13 (対馬暖流系水域の開発に関する研究 No. 3) 昭和29・30年度.” 267 p.

(7) MEEK, A., 1916: “The migrations of fish”. E. Arnold & Co's, 427 p.

(8) 長崎海洋気象台，1955：“昭和29年夏季東支那海海洋観測報告”．中央気象台海洋報告．4, 1, 74-84.

(9) ——，1955：“昭和30年冬季東支那海海洋観測報告”．中央気象台海洋報告．4, 2, 25-35.

(10) ——，1956：“昭和30年夏季東支那海海洋観測報告”．中央気象台海洋報告．4, 4, 33-48.

(11) ——，1957：“1956年冬季東支那海海洋観測報告”．中央気象台海洋報告，5, 2, 81-93.

(12) ——，1957：“昭和31年6～7月東支那海海洋観測報告”．中央気象台海洋報告，5, 4, 53-67.

(13) ——，1957：“1957年冬季東支那海海洋観測報告”．中央気象台海洋報告，6, 3, 117-127.

(14) 鹿児島県鹿児島水産指導所・ほか，1955：“昭和28年度事業報告書”．487 p.

(15) 須田晥次，1938：“対馬海流の変化について”．陸水学雑誌，8, 3-4, 205-216.

(16) 宮崎道夫，1952：

"日本海の熱経済 (海況予想の研究 I)". 北水研研報, 4, 1-54.
(17) 宇田道隆, 1934:
"日本海及び其隣接海区の海況 (昭和 7 年 5-6 月連絡施行日本海第一次一斉海洋調査報告)". 水試報告, 5, 57-190.
(18) 須田皖次・ほか, 1932:
"第三回日本海主要部海洋観測調査報告". 海洋時報, 4, 1, 1-173.
(19) 下村敏正・宮田和夫, 1957:
"日本海の海況及び水系——1955年夏を中心として". 日水研研報, 6, 23-119.
(20) FUKUOKA, J., 1957:
"On the Tsushima Current." J. Oceanogr. Soc. Jap., 13, 2, 57-60.
(21) 海上保安庁, 1950:
"昭和 23 年夏の対馬海流及び宗谷海流流域の海象". 水路要報 増刊号 (海象編), 25-76.
(22) ——, 1951:
"昭和 25 年 8-9 月における日本海の海象". 水路要報, 23, 72-73.
(23) WOLFSHEIMER, G., 1957:
"A spawning of porcupine puffer". Aquarium, 26, 9, 288-290.*
(24) 内田恵太郎, 1941:
"魚卵の生態". 海洋の科学, 1, 3, 132-139.
(25) 田中茂穂, 1905:
"一魚類に就て". 動物学雑誌, 17, 206, 379-381.
(26) 第九管区海上保安本部, 1950:
"日本海の冬季の気象について". 第九管区水路時報, 2, 10-12.
(27) 高橋浩一郎, 1955:
"動気候学". 岩波書店, 316 p.
(28) 西田敬三, 1955:
"日本海の性状並に漁業概観". 113 p.
(29) 舞鶴海洋気象台海洋課, 1956:
"昭和 30 年度前半期の日本海経ヶ岬沖海洋観測報告". 中央気象台海洋報告, 4, 3, 27-32.
(30) ——, 1956:
"昭和 30 年度後半期の日本海経ヶ岬沖海洋観測報告". 中央気象台海洋報告, 5, 1, 31-37.
(31) 川崎英男, 1956:
"季節風下の「浦塩—敦賀」間の海上気象について". 舞鶴海洋気象台要報, 5, 1-6.
(32) 日高孝次, 1955:
"海流". 岩波書店, 291 p.
(33) SVERDRUP, H. U. *et al.*, 1942:
"The oceans. Their physics, chemistry, and general biology". Prentice-Hall, 1087 p.
(34) 西村三郎, 1958:
"日本列島対馬暖流域におけるハリセンボンの"寄り" 現象について——III. "寄り" の生態学". 日本海洋学会誌, 14, 3, 103-107.
(35) 日高孝次・鈴木皇, 1950:
"対馬海流の永年変化について". 日本海洋学会誌, 6, 1, 28-31.
(36) 辻田時美, 1954:
"対馬暖流の生態系について (1)". 日本海洋学会誌, 10, 3, 132-157.
(37) 増沢譲太郎, 1958:
"日本の海流と漁場". 地理, 3, 2, 250-259.
(38) 田名部政春, 1955:
"1955 年 4 月～7 月青森県日本海沖合における海流瓶による海流調査". 対馬暖流開発調査第 3 回シンポジウム発表論文集 (海況漁況編), 162-176.
(39) 茄子川郁夫・宮崎道夫, 1956:
"漂流瓶放流結果からみた津軽海峡西側の海流に就て". 対馬暖流開発調査第 4 回シンポジウム発表論文集 (海況漁況編), 65-75.
(40) 青森県水産試験場, 1954:
"昭和 28 年度対馬暖流調査報告". 1-26.
(41) ——, 1955:
"昭和 29 年度対馬暖流調査報告". 1-36.
(42) ——, 1956:
"昭和 30 年度対馬暖流調査報告". 1-29.
(43) 川上喜代四, 1957:
"津軽海峡西口における漂流瓶投入結果について (第 I 報)". 日本海洋学会誌, 13, 4, 131-137.
(44) 青森県水産試験場陸奥湾分場, 1951:
"陸奥湾分場事業報告 (昭和 24～25 年度)". 47 p.
(45) ——, 1953:
"陸奥湾分場事業報告 (昭和 26～27 年度)". 88 p.
(46) ——, 1954:
"陸奥湾分場事業報告 (昭和 28年度)". 83 p.

* 直接に参照することを得なかった.

寄　稿

核実験による津浪の資料をめぐつて*

三　好　　寿**

1954, 56 年度における Bikini の核実験の結果，日本の太平洋沿岸の各地で微弱な津浪が捕えられたことは周知のことである．所が Bikini 近海の島々で検潮儀を備えているものとして，筆者の知る限りでは，Eniwetok, Kwajalein, Truk, Guam, Wake,……等がある．これ等の島々で核実験から発生した津浪を捕えた資料をまとめたものが，U. S. Coast and Geodetic Survey から出ている筈である．学術的に見逃せない資料なので，要求した所，その Tides and Currents Division のチーフの K. G. CROSBY という人から，Any information on waves caused by nuclear bomb tests is classified information in this country and can not be made available to non-authorized persons. (Feb. 27, 1958) と知らせて来た．classified というのは階級別という意味であつて，こんな言葉が臆面もなく通用しているだけで，ここに紹介する価値があるが，ことがらはもつと重要である．核実験に関連して，その放射性物質の全量とか性質にまつわる情報が或程度明らかにされているのに，現在天然ウラニウムを主体とした爆弾では，最早副次的な意味しか持つていない破壊力(エネルギー)にまつわる情報が秘密にされているというのは妙な話である．放射能に関する米国の発表値自身に疑惑を持たさせる．† 後日ビキニ海域航行中の海洋観測船や貨物船から強烈に放射能汚染した海水，大素に遭遇したことが報じられた。

それはそれとして，1956 年 5 月 21 日における Bikini 環礁北東部における爆発は高空 (4,500 m) で行なわれたのであるから，発生した津浪は CAUCHY-POISSON 波と少しく異なり，最初の 1 波長の中にエネルギーの大部分が集中しているかも知れない．若しそうでないなら，広い水面にショックが与えられた時，発生する水の運動が非廻転性でないことになる．そうであれば，広い海底が変形する地震津浪の時は，尚更非廻転運動は期待出来なくなる．

核爆発のエネルギーにまつわる情報を秘密にしたければ，波高を表わす長さの単位を任意単位にして波高をかくし，波形だけ発表したらどうか？既に 1949 年，原爆時代に Munk *et al* によつて，原爆の水中爆発日の翌日から，Bikini 礁湖の中を拡散する放射性物質の濃度を任意単位で示したものが発表されている (T. A. G. U.) ではないか？と再度要求して見たが，頑として聞き入れない．

こういう研究は日本では繰り返し行なわれているのであつて，高空爆発で広い水面が叩かれた時，浅い礁湖（平均深度 50 m 足らず）内にひろがる波を調べるとよいだろう．更に環礁に接する浅い外洋が集中的に叩かれ，かつそれに続く深い部分が弱く叩かれる場合，それは浅い水を一様に広く叩いたと同じ結果になるか？だから外洋にひろがる波を調べるのも劣らず学術的に意義があるだろうと第 3 信を送つた所，貴国の，こうした波の性質に関する理論を提供して頂いて有難く思うと礼状が来た．

以上の様な状態である．

* 1958 年 5 月 7 日受理
** 東京水産大学物理学教室

流れによつて波が荒くなること*

富　永　政　英**

深さが一定な溝を流れる流れの安定性に関しては従来いろいろと理論的，実験的研究がなされているが，水理学と相俟つて hydraulic jump, あるいは roll wave の発生について興味ある結果が知られている．このさい，流れが不安定になつて jump を生ずるための factor として，FROUDE number $F=U/\sqrt{gh}$. (U は流れの速度，g は重力加速度，h は深さ) の大いさが関係するから，深さと流速の関係，bottom topography の影響によつて運動量が垂直方向に移り，不安定化が起ると考えられる．しかし，実さいには深さに影響されない表面波でも，風が弱いときでも沖合で spilling breaker が起きたり，湾口や岬の先の方でしお波が生じ，船が難儀することがある．たとえば昭和 33 年 1 月 26 日に淡路島南方の水深 50 m くらいのところで遭難した南海丸の沈没原因にしても，南に向つて流れる 0.5 ノットないし 1 ノットくらいの潮流と，15 m/s くらいの流れに逆らつて吹く風による風浪がぶつかつて波高 2 m くらいの steep な波がたつたためではなかろうかとも考えられる．表面波が流れのようすによりどうなるのか，筆者は主として

* 1958 年 6 月 10 日受理
** 東京学芸大学地学研究室

理論的に調べているが，流れの energy E が波に転換される割合は λ を波長，ρ を密度，u', v' を水平及び垂直方向の波による disturbance の速度として

$$\frac{DE}{Dt}=-\rho\int_0^{\lambda}(u'-U)\,v'\frac{dU}{dz}dx$$

で与えられる．但し z は垂直軸である．流れの中に波の速度と流れの速度が等しくなるような層があると，この層を境にして位相がずれ，上式右辺が正の有限値をとることがある．そうでないときは右辺は0になつてしまう．前者の場合は小振幅の波が不安定化する．分子粘性は恐らく波を安定化する作用をすると考えるのが常識であろうが，乱流発生の理論のように逆に不安定化を援けるかも知れない．

録　事

1. 月例会および講演会

(1) 3月例会 (3月11日 (火) 午後1時半より於東大理学部地球物理学教室大講議室)

1. 三大洋における風の応力の計算　日高孝次 (東大理)
2. 太平洋学術会議の映画　日高孝次 (東大理)

(2) 5月例会 (5月13日午後1時30分より　於東大理)

1. 東京湾—伊豆大島間の縦断観測による海況と気象について　門田定美 (日大水産)
2. 夏季における東支那海の海況　加藤威夫 (長崎海気) 半沢正男代読
3. 外洋における溶在酸素量の年変化について　大久保明 (気象庁)
4. 本邦内湾の海洋化学的研究 (第2報)　山本広志 (高知大学) 大久保明代読

(3) 6月例会 (6月10日午後1時30分より　於気象庁会議室)

1. CAUCHY-POISSON 波についての考察 (V)　三好寿 (東水大)
2. 核実験による津波の資料について　三好寿 (東水大)

(4) 7月例会 (7月8日午後1時30分より　於東大理)

1. 南極昭和基地附近の海況及び海氷についての2,3の考察　福岡二郎 (気象研)

(5) 8月講演会 (8月13日午後3時より　於銀座ガスホール) 日仏協会，日仏工業技術会及び本学会の共催でバチスカーフのウオー艇長の講演及び映画の会を行つた．会終了後学会有志が集りウオー艇長をかこみ歓談した．

2. 寄贈交換図書

(1) 国内の部

○各国原子力情報 35, 36, 37, 38, 39, 40 (外務省国際協力局第3課)；○北海道水産研究所研究報告 17；○東北海区水産研究所研究報告 10, 11；○東北海区水産研究所海洋資源年報昭和 27 年度第2部カツオ資源篇第3部サンマ資源篇；○東海区水産研究所研究報告 (18, 19号)；○東海区水産研究所業績集 (昭和32年度)；○内海区水産研究所研究報告 (11号)；西海区水産研究所研究報告 (15号)；○東海黄海における底魚資源の研究 (4) (西海区水研)；○漁船研究技報 (11号)；○気象庁月報 (昭和32年9月 10, 11, 12, 昭和33年1月)；○気象要覧 (昭和32年1月～7月)；○気象庁イ報第40冊第1号海氷観測報告；○気象庁海洋報告6巻4号；○The Results of Marine Meteorological and Oceanographical Obs. No. 20 (1956 7—12 月) ○The Oceanographical Magazine (Vol. 9, No. 1, 2)；○Geophysical Magazine (Vol. 28. No. 2)；○験震時報 22 巻3号4号) 気象庁研究時報9巻12号10巻1号～3号)；○富士山山頂の気象7号；○神戸海洋気象台欧文報告10巻1号2号；○日本原子力研究所調査報告 No. 4, 研究報告 No. 3—B, 3—D, 3—E, 3—F；○Scientific Papers of the College of General Education Univ. of Tokyo (Part of Earth Science) Vol. 8. No. 1；○海象と気象 Vol. 8. Nos. 1—2；○Publications of the Astronomical Society of Japan Vol. 9, No. 3. No. 4. Vol. 10, No. 1；○天文月報 (51 巻 3～8号)；○The Science Reports of the Tohoku University (Fifth Series Geophysics Vol. 9. No. 2, No. 3；○東京工業大学学報 (No. 3. No. 4 1957)；○大分大学学芸学部研究紀要7号；○三重県立大学研究年報；○南極資料2, (1958 年2月) 3, (1958 年3月)；○農学研究所イ報9巻3号4号 (東北大)；○広島大学地学研究報告 (18 号)；○東北大学浅虫臨海実験所報告；○京都大学防災研究所年報 (第1号) (昭和32年)；○東北大学非水溶液化学研究所報告7巻2号；○Memoirs of the Faculty of Engineering Nagoya Univ. Vol. 9. No. 1, No. 2；○The Journal of Earth Sciences Nagoya University Vol. 5. No. 2；○Oceanographical Observation made during the International Cooperative Expedition, EQUAPAC (Kagoshima Univ. 1957)；○鹿児島大学水産学部紀要，6 巻；○Journal of Science of the Hiroshima Univ. Series B, Div. 1 Zoology, Vol. 17 No. Nov. 1957；○Papers in Meteorology and Geophysics Vol. 8, No. 2～No. 4)；○Report of Transportation Technical Research Institute No. 28—29 (Unyu-Gijutsu Kenkyujo)；○運輸

技研資料 (No. 1—11, 1958 年)；○運輸技術研究所報告別冊 (1958)；○地質調査所月報 (8 巻 11 号，12 号，9 巻 1 号～6号)

(2)　外国の部

Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia Vol. 51 (1949)—59; (1957) Noturae No. 212—220 1949, No. 221—228 1950, No. 229—241 1951, No. 242—246 1952, No. 247—255, 1953, No. 256—260, 1954, No. 267—284. 1955, No. 285—294 1956, No. 295—303 1957；○World Fisheries Abstracts vol. 6 No. 1—No. 6. Vol 7. No. 1—No. 6. Vol. 8. No. 1—No. 6. Vol. 9. No. 1—No. 3 (Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome Italy；○Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College Vol. 117. No. 1；○Progress Report, California cooperative oceanic fisheries investigation 1 July 1956 to 1 Jan. 1958；○Veröffentlichungen des Institute für Meeresforschung in Bremerhaven Band V Heft 2；○Bulletin of the Scripps Institute of Oceanography vol 7 No. 1 1957, Vol. 7. No. 2 1957；○The Polar Record Vol. 9 No. 58—59；○Allan Hancock Pacific Expeditions Vol. 15. No 3；○Magnetograms and Hourly Values Honolulu T. H 1952, 53, San Juan D. R. 1953; Tueson, Arizona 1953. (U. S. Department of Commerce)；○The International Hydrographic Review Vol. 34 No. 2. Vol. 35. No. 1；○Deutshe Hydrographishe Zeitschrift, Jahrgangs 10. No. 2—4. 11. No. 1；○Chesapeake Bay Institute, Technical Report Vol. 15, 16；○Przeglad Geograficzny Vol. 29. No. 2, 3, 4 (Polska Akademia nauk Inslystut Geografii)；○Univesidad Catolica De Santo Tomas De Villanueva Laboratoris de Biologia Marina (Junio 1957, Octubre Febrero 1958, Marzo 1958).

これらの図書は東大理学部地球物理教室内学会事務局に保管してある．寄贈下された方に厚く御礼申上げる．

3.　7 月の役員会の主なる連絡事項

(1)　海洋研究連絡委員会の報告 (宇田評議員)

委員長に日高孝次，幹事に新野弘，三宅泰雄，松江吉行，栗田晉の諸氏が任命された．この委員会は SCOR, IACOM, IGY, JOTI, 海洋総合研究所，深海研究，IOC, IPO, ICES 等の問題に対して処する事になつた．

(2)　海洋総合研究所に関する報告 (日高評議員)

6 月 4 日に海洋学会 8 名水産学会 8 名からなる推進委員会の初会合をひらいた (海洋学会関係の委員の氏名は会誌 14 巻 2 号の 79 頁に記してある)．

8 日，10 日には科学技術庁，文部省に説明に行つた．

4.　IGY 海洋観測資料の頒布につて

会誌 14 巻 1 号の巻末に IGY 資料の頒布についてのお知らせを掲載したが，2，3 訂正があるので，改めてお知らせする．

(1)　題目　一齊海流測定 (1957 年 6～7 月極前線海域分)

(2)　内容

内容	春風丸	海洋	凌風丸	夕汐丸	計
BT 観測					
基準層の水温値	14	6	15	8	43
Log sheet	13	6	14	7	40
海流観測					
GEK	5	3	8	4	20
パラシュートドラツク	—	—	2	—	2
気象観測	7	—	11	5	23
航走中の観測	—	2	8	4	14
計	39	17	58	28	142

(3)　形式　オルザリツトによる複写

(4)　価格　568 円 (1 枚 4 円の割) 送料とも

(5)　申込 (昭和33年12月末まで) 及び送金場所

東京都千代田区大手町気象庁海洋課　川本盛雄宛

5.　秋季大会及び臨時総会のお知らせ

期日 11 月 10～12 日　大会及び臨時総会

13～14 日　エキスカーション

細島三重大学臨海実験場，パールアイランド賢島国立真珠研究所を参観の予定

場所　名古屋市千種区名古屋大学理学部

講演申込み　東京都文京区弥生町東京大学理学部地球物理教室内日本海洋学会事務局但し 1 人 2 題目迄 (連名の場合はこの限りではない)．

10 月 9 日迄にお申込み下さい．

6.　会員消息

最近，下記の評議員が海外出張された．竹内能忠氏はアメリカのスクリツプス海洋研究所に 6 月 30 日出発．三宅泰雄氏はモスコーの国際地球観測年会議，パリーの SCOR の会議などに出席のため 7 月 26 日出発．宇田道隆氏はカナダのナナイモ水産研究所に 8 月 26 日に出発．菅原健氏はパリーの UNESCO の IACOMS 会議に出席のため，9 月 7 日出発．

7.　海洋学用語専門部会の活動

文部省では学術用語の制定に努力してきたが，昭和32年度からは海洋学用語の制定作業を開始することになつた．そしてこのため文部省大学学術局長より，学術用語分科審議会海洋学用語専門部会の委員及び専門委員の人選方を日本海洋学会長にし問してきた．当会では役員会の決定により，委員 (主査) 宇田，専門委員，日高，中井，中野，佐々木(忠)，南日，吉田(耕)，川本，丸茂，宮崎，半沢，土屋，星野，宇野木の各氏を答申，この通り発令され作業を開始した．昭和 32 年度は「海洋学用語採録集」を完成し，いわゆる「採録」の段階を終り，昭和 33 年度は「選定」の作業を行つている．用語の制定までにはあと数年を要する見込である．

なお 8 月宇田主査外国出張のため日高専門委員が主査となつた．幹事は吉田，半沢両専門委員である．

8.　編集記事

(1)　論文の超過頁に対する著者負担額の変更．今まで

は規定頁数を超過した場合には印刷して1頁当り2000円を著者負担としてきたが，その後の印刷事情の変化を考慮して，8月6日の編集会議で**1頁当り1500円**にする事に決った．端数頁は1/5頁単位（300円相当）に区切って計算する．

（2） 5年振りに会員名簿を本号に掲載したが，今後は1年おきにのせる予定．その間の年には移動者のみを掲載する．

（3） 日高孝次氏の特別寄稿は印刷の都合により，1号おきにのせる予定．

（4） 第14巻第4号以後の手持原稿は9月1日現在で10篇である．

日本海洋学会会員名簿

（昭和 33 年 8 月末現在，会員総数 433 名）

正会員　（429 名）

北海道地区

（氏名）	（住所又は勤務先）
楠　宏	札幌市北 8 条西 5　北海道大学低温科学研究所海洋部門
田畑忠司	同
鈴木義男	同
小野延雄	同
北海道大学低温科学研究所海洋部門	同
福富孝治	札幌市北 8 条西 5　北海道大学理学部地球物理学教室
藤木忠実	同
山田幸男	札幌市北 8 条西 5　北海道大学理学部植物学教室
五十嵐日出夫	札幌市北 12 条西 8　北海道大学工学部土木工学科
岸　力	同
八鍬　功	札幌市北 9 条西 5　北海道大学工学部理学第 1 研究室
元田　茂	函館市港町　北海道大学水産学部
安楽正照	同
鈴木　昇	同
加藤健司	同
田村　正	同
小藤英登	同
井上直一	同
藤井武治	同
福田雅明	同
秋葉芳雄	同
川原田裕	北海道亀田郡亀田村赤川通　函館海洋気象台
杉浦次郎	同
秦　克己	同
今　久則	同
赤川正臣	同
大久保勲	同
平沢健造	同
安井善一	同
中山一蔵	同
滝波千之介	同
梶原明仁	同
渡辺貫太郎	同
伊藤清吾	同
飯田隼人	同
函館海洋気象台	同
吉田喜一	北海道余市町　北海道水産研究所
竹内　勇	同
茄子川郁夫	同
飯塚　篤	同
藤井　浄	同
田村真樹	同
北野清光	同
小野弘平	小樽市南浜町 7　第 1 管区海上保安本部水路部
松村信男	室蘭市水元町17　室蘭工業大学理科教室
福島久雄	室蘭市南15条西14

東北地区

木村喜之助	塩釜市東塩釜杉の入表　東北海区水産研究所
小達　繁	同
山村彌六郎	同
佐野　孝	同
奥田泰三	同
黒田隆哉	同
川合英夫	同
山内典子	同
松平近義	仙台市片平町　東北大学農学部水産学教室
今井丈夫	同
畑中正吉	同
岩崎英雄	同
半沢正四郎	仙台市片平町　東北大学理学部地質学古生物学教室
畑井小虎	仙台市北七番丁　東北大学教育教養部地学教室
三位秀夫	同　地質学教室
山下行正	塩釜市藤倉　第 2 管区海上保安本部水路部
山内静雄	同
山口生知	米沢市元西馬口労町　山形大学官舎
大久保喜市	青森市新浜町31　運輸省第 2 港湾建設局青森港工事事務所
山崎幹雄	岩手県気仙沼郡広田町　岩手県水試気仙沼分場
大村礼司	岩手県大船渡市赤崎町　岩手県水試気仙分場赤崎実験所
佐藤　煌	仙台市鉄砲町 1　仙台管区気象台調査課

関東，東海道地区

東京都

日高孝次	文京区弥生町3	東京大学理学部地球物理学教室
正野重方	同	
小倉義光	同	
吉田耕造	同	
梶浦欣二郎	同	Department of Oceanography and Meteorology A. and M. College of Texas College Station, Texas, U.S.A.
高野健三	同	Laboratoires des Mécanique des Fluides 46, Avenue Félex Viallet Grenoble (1 sère) France
土屋瑞樹	同	
寺本俊彦	同	
木下武雄	同	
永田豊	同	
須藤英雄	同	
山際民郎		
松江吉行	文京区弥生町	東京大学農学部水産学教室
槍山義夫	同	
末広恭雄	同	
小牧勇蔵	同	
多賀信夫	同	
佐伯有常	同	
平野礼次郎	同	
村野正昭	同	
奈須紀幸	文京区本富士町1	東京大学理学部地質学教室
本間仁	文京区本富士町1	東京大学工学部土木教室
堀川清司	同	
市村俊英	文京区本富士町1	東京大学理学部植物学教室生態学研究室
高橋龍太郎	文京区本富士町1	東京大学地震研究所
内尾高保	文京区本富士町1	東京大学綜合試験所312号室
渡辺信雄	中央区月島三号地	東海区水産研究所
矢島信市	同	
本城康至	同	
深井麟之助	同	
平野敏行	同	
中井甚二郎	同	
服部茂昌	同	
栗田晋	同	
川名武	同	
阿部宗明	同	
大久保勝夫	同	
高野秀昭	同	
塩川文子	同	
小島静枝	同	
上原進	同	
松本考宗	中央区月島三号地	東海区水産研究所
杉浦健二	同	
藤森完	同	
奥谷喬司	同	
木立孝	同	
渡辺泰輔	同	
須田皖次	中央区築地	海上保安庁水路部
庄司大太郎	同	
塚本裕四郎	同	
彦坂繁雄	同	
堀定清	同	
星野通平	同	
吉田昭三	同	
佐藤孫七	同	
岩田憲幸	同	
宮原宣	同	
渡辺隆三	同	
梅田次昌	同	
城至成一	同	
島野次男	同	
小向良七	同	
久保田照身	同	
川田健次	同	
長屋裕	同	
二谷顕男	同	
尾崎斉	同	
喜多豊一	同	
鈴木成二	同	
小川喜平治	同	
関重雄	千代田区大手町1～7	気象庁海洋課
進士福太郎	同	
朝岡治	同	
吉村広三	同	
土田武雄	同	
鬼頭正隆	同	
大久保明	同	
丸茂隆三	同	
増沢譲太郎	同	
奥山熊一	同	
松村要	同	
佐原勉	同	
中井俊介	同	
安井正	同	
市栄誉	同	Oceanographic Institution The Florida State University Tallahassee, Florida, U.S.A.
竹内能忠	同	Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, Calif., U.S.A.
川本彊男	同	
大和田守	同	
赤松英雄	同	
半沢正男	同	海上気象課

武石寿雄 千代田区大手町1～7 気象庁海上気象課
寺田一彦 同 海洋気象部
中野健吾 同 海務課
肥沼寛一 同 予報部
高橋浩一郎 同
斎藤錬一 同 統計課
惣島孝 同
宮崎正衛 同
竹内清秀 同 測器課
中村勲 同
守田康太郎 同 測候課
太田芳夫 千代田区大手町1～7 東京管区気象台
藤田兼吉 同
畠山久尚 同
中野猿人 杉並区馬橋4～499 気象研究所
桜井澄子 同
三宅泰雄 同
阿部友三郎 同
南日俊夫 同
杉浦吉雄 同
猿橋勝子 同
宇野木早苗 同
降簱常雄 同
福岡二郎 同
宇田道隆 港区芝海岸通 6 東京水産大学
斎藤泰一 同
小池篤 同
神田献二 同
新野弘 同
三善清旭 同
石野誠 同
本田勝司 同
三好寿 同
鈴木裕 同
森田良美 同
金成誠一 同
永田正 同
小久保清治 世田ケ谷区下馬 日本大学農獣医水産学科
門田定美 同
関口武 文京区大塚 東京教育大学地理学教室
浜口博 文京区大塚 東京教育大学理学部化学教室
木村達明 文京区大塚56 東京教育大学附属高等学校地学教室
石和田靖章 新宿区市ケ谷河田町 8 工業技術庁地質調査所東京分室
大山桂 同
牧野登喜男 同
黒沼勝造 都下西多摩郡日野町宮 淡水区水産研究所
町田喜弘 同
大村秀雄 中央区月島西河岸通 12～4 鯨類研究所
奈須敬二 同
根本敬久 同

佐々木忠義 文京区駒込上富士前町 科学研究所
岡見登 同
渡辺精一 同
大柴五八郎 同
藤永元作 千代田区霞ケ関2～2 水産庁調査所
山本忠 渋谷区代々木上原町1226
田実瑞郎 千代田区丸の内新丸ビル内 大洋漁業漁労部
滝庸 台東区上野公園内 東京科学博物館
鈴木順 大田区糀谷町 5 丁目 東京都水産試験場
浅利悦蔵 大田区南千束町46
岩佐正夫 文京区高田老松町13
河村良介 目黒区衾町103～5
桑原新 杉並区阿佐ケ谷1～763
成田圀郎 目黒区富士見台町1567
半谷高久 目黒区衾町 都立大学理学部化学教室
井上栄一 北区西ケ原 農林省農業技術研究所
白瀬文雄 大田区田園調布2～167
原十太 大田区田園調布4～107
林泰造 世田ケ谷区玉川田園調布1～3507
吉村甚吉 品川区豊玉町 2～1390 日本専売公社中央研究所
日本専売公社中央研究所 同
特許庁万国工業所有権資料館 千代田区二年町
坂岸昇吉 墨田区柳原町 4 大矢精一方
巻島勉 江東区深川越中島 東京商船大学
木村健二郎 港区芝田村町1～1 日本原子力研究所
富永政英 都下小金井町貫井 780 東京学芸大学小金井分校地学研究室
富永斉 杉並区神明町32
今村喜市 世田ケ谷区玉川奥沢町3～274
小西倘男 都下大島町波浮港 東京都水産試験場大島分場
東京都立大学工学部図書館 品川区大井鮫洲町 237
西条八束 世田ケ谷区成城町39
百瀬俊二 都下八丈島八丈町大賀郷 八丈島測候所
佐藤正 横須賀市小原台 防衛大学校
宮崎道夫 同
溝口裕 同
久山多美男 同
山階芳正 同
大坪久泰 横須賀市川間字千代ケ崎 防衛庁技術研究所第 5 研究所
尾原信彦 川崎市久木町 135 地質調査所
浜田徳一 横須賀市川間 162 運輸技術研究所港湾物象部
光易恒 同
日本専売公社小田原製塩試験場 神奈川県足柄下郡酒匂町
木村惣次郎 神川県三崎市三崎町 神奈川県水産試験場
小金井正一 同

矢野宏	神奈川県足柄下郡宮城野村温泉村箱根明星中学校
工藤益幸	川崎市千鳥町2　神奈川県水産指導所内湾支所
蒲生重男	神奈川県足柄下郡岩村　横浜国立大学理科教育実験所
宮部直己	千葉市黒砂町241　地理調査所
菅原兼男	千葉市神明町360　千葉県水産試験場
田村静夫	同
渡辺福松	千葉県館山市新井1510　千葉県水産試験場
柳澤義宣	同
高木仁平	千葉県銚子市大貫町11318　銚子海洋研究所
藤井義之	千葉県柏市豊四季　気象研修所
中島正一	埼玉県児玉郡本庄町上北原　高層気象台本庄雨裂所
永井正男	茨城県新治郡八郷町　柿岡地磁気観測所
亀田和久	茨城県那珂郡東海村　日本原子力研究所東海村建設事務所研究課
原田和民	茨城県那珂湊市築地　茨城県水産試験場
志賀登	桐生市天神町1～221　群馬大学工学部分析化学教室

関西地区

速水頌一郎	京都市左京区北白川通り追分町　京都大学理学部地球物理学教室
瀬野徹蔵	同
福尾義昭	同
荒木雄豪	同
依田大介	同
鳥羽良明	同
柿沼宏男	同
吉田泰三	同
岡崎守良	同
国司秀明	京都市左京区北白川通り追分町　京都大学防災研究所
樋口明生	同
宮地傳三郎	京都市左京区北白川通り追分町　京都大学理学部化学教室
波部忠重	同
石橋雅義	京都市左京区北白川通り追分町　京都大学理学部化学教室
川上太左右英	舞鶴市長浜　京都大学農学部水産学科
吉田陽一	同
京都大学農学部水産学科	同
内海富士雄	和歌山県西牟婁郡白浜町　瀬戸臨海実験所
山路勇	同
京都大学瀬戸臨海実験所	同
斎藤行正	大阪市北区南扇町12　大阪市立大学理工学部
市栄寛	同
北里洋	神戸市生田区中山手通　神戸海洋気象台
岩下光男	静岡県清水市島崎町160～5　東海大学産業科学研究所
服部稔郎	同
菅原健	名古屋市千種区不老町　名古屋大学理学部化学教室
金森悟	同
名古屋大学農学部水産学教室	愛知県安城市
山田栄次	愛知県宝飯郡蒲市三谷町九舗66～3
古川銀三郎	静岡県庵原郡興津町　清見寺内不二庵
沖住雄	静岡県曲金　静岡地方気象台
印出忠行	静岡県清水市折戸1,000　東京商船大学南官舎
河原辰夫	三重県津市大谷町11　三重大学水産学部
坂本市太郎	同
岡田彌一郎	同
石井一美	同
上野福三	同
宮村光武	三重県志摩郡浜島町　三重県水産試験場
富士真珠株式会社研究部	三重県志摩郡浜島町
佐藤忠勇	三重県志摩郡的矢村　的矢湾養蠣研究所

地区

森安茂雄	同
吉沢博	同
小長俊二	同
菱田耕造	同
古橋賢蔵	同
岡本夏男	同
勝浦寛	同
塩見則夫	舞鶴市北吸　舞鶴海洋気象台
川崎英男	同
奥水直文	同
安岡武男	同
若林敏雄	同
谷岡克己	同
山本克己	同
小川大海	同
田ヶ原保彦	同
大谷東平	大阪市生野区北生野町5～8　大阪管区気象台
岡野敏雄	同
大阪管区気象台図書係	同
兵庫県水産試験場	兵庫県明石市船町35
亀高洋介	神戸市垂水区垂水　神戸商科大学
橘高二郎	神戸市東灘区住吉町　神戸大学教育学部
佐囲東和夫	大阪府泉北郡高石町羽衣1012　大阪府水産試験場
大阪府水産試験場	同
榎田昭一	和歌山県田辺市元町2413　和歌山県水産試験場

辰喜恭五郎　和歌山県西牟婁郡串本町　南海区水産研究所串本支部
中村秋甫　大阪市東住吉区平野流町　大阪学芸大学平野分校寮内
大内正夫　京都市伏見区深草藤森　京都学芸大学地学研究室
松井佳一　京都市左京区北白川通追分町81
山田彦児　京都市左京区北白川上池田町58
蓮池克己　神戸市生田区海岸通 1　第5海上保安本部
水沼栄三　滋賀県彦根市松原町3028　滋賀県水産試験場
松平康男　広島市福山局区内深安郡深安町津之下　広島大学水畜産学部
日下部台次郎　同
小山治行　同
遠藤拓郎　同
広島大学水畜産学部　同
花岡資　広島市宇品町　内海区水産研究所
村上彰　同
安田治三郎　同
千葉卓夫　下関市吉見町　第2水産講習所
石山礼蔵　同
陣野哲郎　同

西田敬三　福山市沖野上町　市営住宅11号
広島県水産試験場　広島市草津南町
下関市水産指導所　下関市宇部西町
藤田茂信　山口県防府市字礼岩島　山口大学教育学部防府分校
山口県外海水産試験場　山口県大津郡仙崎町
池田都夫　下関市大和町15
弘田礼一郎　広島県尾道市外向島町干汐　広島大学理学部付属向島臨海実験所
奥田節夫　岡山市津島　岡山大学理学部物理学教室
平井高　山口県長門市仙崎　山口県水産高等学校
上村忠夫　高知市桟橋通り 6　南海区水産研究所
中村広司　同
矢部博　同
山中一　同
高松地方気象台図書掛　香川県高松市四番丁
山本広志　高知市朝倉　高知大学教育学部
竹田正彦　高知県香美郡日章村　高知大学農学部
田中要三　徳島市南常三島町　徳島大学工学部

北陸，山陰地区

田宮美彌　新潟市流作場元新州2500　第9海上保安本部水路部
丸田頼三　長野市西長野町　信州大学教育学部地学教室
下村敏正　新潟市万代島　日本海区水産研究所
伊東祐方　同
山中一郎　同

宮田和夫　新潟市万代島　日本海区水産研究所
西村三郎　同
上田俊三　金沢市上野木町　金沢大学工学部
本田彪　長野県埴科郡松代町西条3511　地震観測所
大滝侃市　新潟県西頸城郡能生町　新潟県立能生水産高等学校

九州地区

石黒鎮雄　長崎市南山手町　長崎海洋気象台
加藤威夫　同
城松幸　同
深瀬茂　同
大沢綱一郎　同
秋山勉　同
大塚一志　同
小泉政美　同
松本次男　同
辻田時美　長崎市丸尾町 3　西海区水産研究所
伊藤僩　同
近藤正人　同
村上子郎　同
高橋淳雄　鹿児島市下荒田町 470　鹿児島大学水産学教室
藤田親雄　同
村山三郎　同
和田清治　同
茶円正明　同
鹿児島大学附属図書館水産学部分館　同

相川広秋　福岡市箱崎町　九州大学農学部水産学教室
田中於兎彦　同
安元幸一郎　同
内田恵太郎　同
塚原博　同
九州大学農学部水産学教室　同
伊藤徳之助　福岡市箱崎町　九州大学理学部物理学教室
九州大学工学部土木教室　福岡市箱崎町
入江春彦　佐世保市日宇局区内崎足　長崎大学水産学教室
立石新吉　同
星野進　長崎市丸尾町2～3　長崎水産試験場
浜島謙太郎　同
野中進　福岡市須崎裏町134～1　福岡県水産試験場
三井田恒博　同
岡本巖　大分県別府市野口原　京都大学火山温泉研究所

南西水産研究所浅海漁場部	長崎県漁洋町
曽田定利	宮崎市 宮崎県庁水産課
古川一郎	宮崎県延岡市大字櫛津上々名 南海区水産研究所延岡支所
藤井[illegible]之	鹿児島市[illegible]町41 鹿児島支庁内
塚留陽一郎	鹿児島市塩屋町 鹿児島県水産試験場
林田光晴	長崎市竹ノ久保町 長崎県立長崎西高等学校
飯沢慶一郎	福岡市北湊町20 秋田水産株式会社
川上喜代四	門司市西海岸通 第9海上保安本部水路部
細川巌	福岡市塩原町 福岡学芸大学化学教室

国外

F. C. W. Olson	5309 Gulf Drive, Panama City, Florida, U. S. A.
John A. Knauss	Scripps Institution of Oceanography, La Jolla California, U.S.A.
Charles S. Cox	〃
Erwin Schweigger	Departmento de Oceanographia e Ichtiologica, Compania Administradora del Guano Lima, Peru
趙慶済	韓国釜山市南港洞 釜山水産大学漁撈学教室
梁在穆	同
朴泰珠	同 増殖学教室
釜山水産大学図書館	韓国慶南釜山市
韓照誘	韓国慶南釜山市影区 水産試験場

賛助会員 (4名)

岩宮政雄	横浜市鶴見区鶴見町 1506 鶴見精機工作所
村橋兼一郎	東京都千代田区神田鍛冶町丸石ビル内 離合社
吉野新之助	東京都北区西ケ原町 72 吉野製作所
渡部勉	東京都文京区東片町 114 渡部製作所

お願い 本名簿について誤りや脱落にお気付の方，および住所や姓名に変更のあった方は学会事務局まで至急御知らせ下さい。

リゴー海洋観測器械

測深機　各　種
採泥器　各　種
採水器及び測温観測器械
海水比重測定用具
海流調査器械各種
波圧波浪測定器
潮汐観測器械
海洋化学観測諸器具
プランクトン採集網
及び処理器械
その他理化学器械

株式会社　離　合　社

本　社　東京都千代田区神田鍛冶町１の２　電話 神田(25)1513・773・458
大阪営業所　大阪市北区北同心町１の15　電話 堀川(35)　８０１９
工　場　東京・浦和

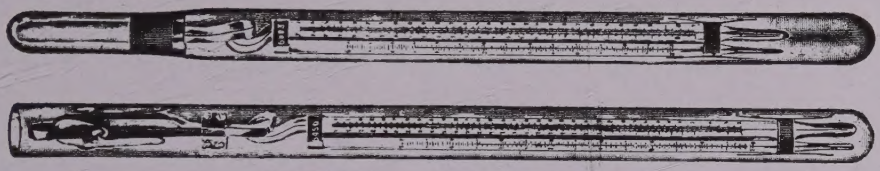
REVERSING THERMOMETER

渡部式転倒温度計
木枠式転倒温度計
水温計各種

赤沼式海水用比重計
温度基準器各種
湿度計・水銀リレー

株式会社 渡部計器製作所

東京都文京区東片町114　　電話 小石川 (92) 5954番 0044番



TELEGRAPHIC CODE: STWKEIKI

WATANABE KEIKI MANUFACTURING COMPANY LTD.

114 Higashikata-machi, Bunkyo-ku Tokyo.

JAPAN

昭和 33 年 10 月 20 日印刷
昭和 33 年 10 月 25 日発行　　日本海洋学会誌　第 14 巻 第 3 号

定価 ¥200　　送料 ¥20

編集者　中野猿人

発行者　日本海洋学会
東京大学理学部地球物理学教室内
東京都文京区弥生町
振替番号：173123

印刷所　大東印刷工芸株式会社
東京都中央区新富町2ノ19

JOURNAL OF THE OCEANOGRAPHICAL SOCIETY OF JAPAN

BOARD OF EDITORS

Editor-in-Chief	Masito NAKANO	Meteorological Research Institute
Assistant Editors	Masao HANZAWA	Japan Meteorological Agency
	Ryuzo MARUMO	Japan Meteorological Agency
	Hiroshi NIINO	Tokyo University of Fisheries
	Akira OKUBO	Japan Meteorological Agency
	Sanae UNOKI	Meteorological Research Institute

* * *

The JOURNAL OF THE OCEANOGRAPHICAL SOCIETY OF JAPAN is a medium for the publication of original paper in oceanography and closely allied fields. It is published quarterly by the Oceanographical Society of Japan. The annual dues for the types of membership available in the Society are: Domestic Member ¥600, Oversea Member $2.50 (¥900), and Sustaining member ¥5000. The subscription price of the Journal is ¥800 per year to nonmembers. Foreign subscription carry an additional charge for postage $1.00 (or equivalent amount in Japanese currency according to the prevailing official rate of exchange).

Subscribers are requested to make remittance payable to the Oceanographical Society of Japan. Subscription orders, claims for missing numbers, change of address, and other business correspondence should be addressed to the Oceanographical Society of Japan, c/o Geophysical Institute, Tokyo University, Yayoi-cho, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan.

* * *

Information for contributors

1. Authors must be, in principle, members of the Oceanographical Society of Japan, but there is no objection if co-authors are non-members.
2. The date of receipt of a manuscript is when the editorial board receives it. The manuscript should be one which has been read at an open meeting and has not been printed elesewhere. The reading of the manuscript at an annual or a monthly meeting of the Oceanographical Society of Japan is desirable. The manuscript should be provided with the date, the name and the place of the meeting at which it was read. Every manuscript should be sent *directly* to **the Editorial Board of the Journal of the Oceanographical Society of Japan, c/o Oceanographical Laboratory, Meteorological Research Institute, Mabashi, Suginami-ku, Tokyo, Japan.**
3. All contributions to the Journal should be written in Japanese or in occidental languages. In the latter case, English language is desirable.
4. The manuscript must be clear and brief, and its length should not exceed **10** pages when printed in the Journal. This nearly corresponds to 25 double-spaced typewritten pages including figures. and tables. The author is requested to pay page charges ($ 5.00 per page) necessary for printing the **exceeded** pages. All manuscripts should be prepared with special attention to following articles.
   (a) All manuscripts should be typewritten with double-space.
   (b) Title, author's name and affiliation are required at the beginning of each manuscript.
   (c) Each figure must be drawn in black ink or Indian ink for direct photographic reproduction. The original drawing, particularly characters and symbols for the lettering of illustrations, should be large enough to remain clearly legible when reduced.
   (d) Figures and tables should be confined to necessary ones. The author might be requested to pay charges necessary for printing them when they are particular or exceed **8** sheets.
   (e) Each figure and table must be provided with an adequate legend.
   (f) Mathematical formulae in the manuscript should be written clearly with a wide space above and below each character.
   (g) References should be grouped at the end of the paper and arranged alphabetically by authors' name.
   (h) The form and style of each article should be referred to the Journal subsequent to volume 12.
5. The editorial board of the Journal might revise or request the author to revise the submitted manuscript. A manuscript which is against the above mentioned articles will not be accepted. The author must read, in principle, the galley proof.
6. The author (or authors) of each article will receive a total of 50 *free* reprints (with covers). Additional reprints with or without covers may be ordered by authors at the cost of printing (including postage).